HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

31,403

Bought

July 22, 1908.

JUL 22 1908

31,403

Das unpaare Auge, die Frontalorgane

und das

Nackenorgan einiger Branchiopoden

von

Dr. Nicolaus von Zograf,

ordentlicher Professor an der Kais. Russ. Universität zu Moskau.

Mit 3 Textfiguren und 3 lithographierten Tafeln.

Berlin.

Verlag von R. Friedländer und Sohn.

1904.

JUL 22 1908

Das unpaare Auge, die Frontalorgane

und das

Nackenorgan einiger Branchiopoden

von

Dr. Nicolaus von Zograf,

ordentlicher Professor an der Kais. Russ. Universität zu Moskau.

Mit 3 Textfiguren und 3 lithographierten Tafeln.

Berlin.

Verlag von R. Friedländer und Sohn.

1904.

Druck von A. Hopfer in Burg.

Seit einigen Jahren studiere ich die rückgebildeten oder problematisch funktionierenden Organe der Arthropoden, deren Kenntnis, meiner Ansicht nach, für die Entscheidung der Fragen über die Abstammungs- und Verwandtschaftsverhältnisse dieser Tiere von großer Wichtigkeit ist. Ich habe diesen Fragen schon in meinen früheren, in den Jahren 1880 (37) und 1883 (40) erschienenen Arbeiten, manche Zeilen gewidmet; später publizierte ich meinen Vortrag über die Verwandtschaften der Arthropoden, besonders der Tracheaten, welchen ich während des zweiten internationalen Zoologen-Kongresses gehalten habe (50), und dieser Publikation folgten zwei andere kleine Schriften: „über die subcutikularen Zellen einiger Crustaceenlarven" (59) und „über die lateralen Kopforgane der Glomeriden (61)", welche im Auszuge in den „Comptes rendus" des Pariser Instituts gedruckt worden sind (57, 58, 60). Die vorliegenden Zeilen bilden also ein neues Glied einer Serie von Untersuchungen über die Genealogie der Arthropoden, welchen ich noch mehrmals meine Studien zu widmen hoffe.

Als Material für diese kleine Arbeit dienten mir Beobachtungen, welche ich im Laufe einer umfangreicheren noch nicht publizierten Untersuchung über das Coelom und die Kreislaufsorgane der Arthropoden gemacht habe.

Der Bau des unpaaren Auges, dieses Urauges der Crustaceen, ist seit dem Erscheinen der Claus'schen Arbeit über das Medianauge (48) hinlänglich bekannt; doch sind seit der Publikation dieser Abhandlung schon mehr als zehn Jahre verflossen, und während dieser Zeit sind einige neue Arbeiten erschienen, welche mit einigen von Claus ausgesprochenen Ansichten nicht gänzlich übereinstimmen (53); außerdem sind die Claus'schen Untersuchungen meistenteils noch mit Hilfe älterer Methoden gemacht worden. Es scheint mir daher nicht unnützlich, den Bau des unpaaren Auges bei erwachsenen Tieren mit Hilfe der neueren Methoden nochmals zu untersuchen, um so mehr, als die von Claus untersuchten Objekte sehr oft junge, noch nicht gänzlich erwachsene Formen darstellten.

Noch nützlicher scheinen mir neue Untersuchungen der Frontalorgane. Spencer (65) hat in neuerer Zeit gezeigt, daß diese Bildungen von großem Interesse sind; er hat aber nur die Frontalorgane der Artemia näher untersucht, und uns fehlten bis jetzt völlig genauere Kenntnisse über diese Gebilde bei so gemeinen Formen, wie z. B. Limnetis brachyura. Selbst bei den so oft untersuchten Branchipus und Apus, welche dem berühmten Crustaceenforscher Claus ein prachtvolles Untersuchungsmaterial lieferten (26, 61), wurden diese Gebilde bei erwachsenen Tieren noch nicht speziell untersucht. Das Gesagte erklärt, glaube ich, zur Genüge, warum ich der Untersuchung dieser Organe meine Aufmerksamkeit widmete.

Man kennt schon seit Grube (16) die Existenz eines eigentümlichen Gebildes von drüsigem Charakter in der nächsten Nachbarschaft der Frontalorgane. Dieses Organ, welches seiner Topographie nach dem bekannten saugnapfartigen Organe der Evadne entspricht, bedurfte einer neueren Untersuchung, obgleich seine wichtige morphologische Bedeutung schon im Jahre 1879 von C. Grobben gezeigt worden ist (36). Dies ist die Ursache, warum ich auch dieses Organ den von mir untersuchten hinzufügte.

Meine Untersuchungen haben folgende Tiere betroffen: Limnetis brachyura, Apus productus Streptocephalus (Branchipus) auritus und Daphnia magna. Außerdem habe ich zum Vergleiche die medianen Augen von Diaptomus amblyodon hinzugezogen.

Die Limnetis brachyura Müll. stammten aus den von einem kleinen Flusse des Moskauer Gouvernements (Moskauer Provinz) Oserna während des Frühlingsanschwellens gebildeten Pfützen, sowie aus einer sumpfigen Lache, welche in meinem Landgute Mytniki, in der Umgegend einer kleinen Stadt Rusa (ungefähr 90 Kilometer westlich von Moskau) sich befindet; die Lache ist nördlich, östlich und südlich von Park und Wald, westlich von einem Felde begrenzt. Die Tierchen zeigten einige Merkmale, welche den Charakterdiagnosen von Autoren nicht gänzlich entsprechen, und bilden also vielleicht eine örtliche Varietät. Sie wurden mit Flemming's Chromosmiumgemisch, Gilson's und Lang's Sublimat, Apathy's Alkoholsublimat, Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure fixiert und nach den gewöhnlichen Behandlungsmethoden in 75- oder 80-prozentigem Alkohole konserviert. Für das Studium der Nervenelemente und der Sinnorgane gaben die besten Resultate Flemming's Gemisch und das gut eindringende Apathy's Sublimat. Für allgemeine Topographie gaben heiße Wasserlösungen von Sublimat bessere Resultate. Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure gab gute Resultate für histologische Zwecke im allgemeinen, doch quellen einige Elemente ziemlich stark in dieser Flüssigkeit. Die Apus productus stammten aus den nach dem Frühjahrsschneetauen verbliebenen Pfützen. Leider waren die letzten Jahre in der Umgegend von Moskau ungünstig zum Aufsuchen und Sammeln der Apus, welche in den Pfützen nur selten und zerstreut zu sehen waren, obgleich man sie früher in solchen Massen fand, daß nicht nur größere Lachen, sondern auch die Furchen zwischen den Beeten in Gemüsegärten, sowie die Radspuren auf den Wegen von diesen Tierchen wimmelten. Selbst in solchen Ortschaften, die für das Vorkommen von Apus klassisch waren, wie in den Gemüsegärten einer Moskauer Vorstadt — Butyrki —, fanden wir in den letzten 5—6 Jahren nur vereinzelte Exemplare der Spezies. — Die Apus wurden in den Flüssigkeiten von Flemming und Kleinenberg, sowie in heißem Sublimat fixiert. Die Streptocephalus auritus, eine große und eigentümliche Branchipus-Subgenus und Art, stammen aus der Umgegend der großen Stadt des russischen Süd-Ostens, Saratow. Sie wurden in Apathy's, Gilson's und Schaudinn's Sublimat, sowie in heißen Sublimatlösungen fixiert, und mir von einem meiner Zuhörer, Herrn Studenten Boldyrew, geliefert. Die Tiere wurden von Professor G. O. Sars in Christiania, welchem sie samt anderen von der potamobiologischen Station zu Saratow gesammelten Krebstierchen zugeschickt worden waren, bestimmt.

Die Daphnia magna stammen aus den alten Teichen des zoologischen Gartens zu Moskau. Ich benutzte besonders lebende Tiere und untersuchte sie nach den Methoden der physiologischen intravitalen Färbung nach Ehrlich und der Versilberungsmethode nach Golgi. Es ist sonderbar, daß die Methode von Ramony Cajal, welche mir in den Jahren 1895 und 1896 (58, 59) prachtvolle Resultate für die Copepodennauplien gab, mit den Daphnien keinen Erfolg hatte, umgekehrt lieferte die rasche Versilberungsmethode von Golgi sehr gute Resultate für die Daphnien, war aber für die Nauplien ungünstig.

Die von mir benutzten Längsschnitte der Daphnia magna waren von Herrn Kandidaten Nicolaus Woronkow hergestellt; ich spreche meinem jungen Freunde und Schüler, sowie Herrn Studenten Boldyrew hier meinen wärmsten Dank aus.

Der hier wegen der Eigentümlichkeit seines Auges, d. h. des Fehlens des Pigmentes, untersuchte Copepode Diaptomus amblyodon stammt aus den Frühlingspfützen der Ufer des großen Stromes von Zentral-Rußland, Oka; die Tierchen sind in der Moskauer Umgebung sehr gemein und wurden mir in Mengen von den Mitgliedern des „Studentenvereins für die Naturerforschung von Rußland" geliefert. Die Exemplare wurden in Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure und heißem Sublimat fixiert und in 75% Alkohol konserviert.

Zur Färbung der Präparate dienten verschiedene Karmin- und Haematoxylin-Farben, sowie auch Safranin und die Dreifarbenmischung von Ehrlich-Biondi-Heidenhain. Die zwei letzten Farben wurden bei dem Färben der mit Osmiummischungen hergestellten Präparate gebraucht. Was die Karmin- und Haematoxylin-Farben anlangt, so gaben mir Grenacher's Boraxcarmin und neutrales Haemalaun die besten Resultate; auch Heidenhain's Eisenhaematoxylin tat manchmal sehr gute Dienste.

Historischer Überblick.

Die unpaaren Augen der Branchiopoden haben schon seit alter Zeit die Aufmerksamkeit der Gelehrten erregt. Schon bei den ältesten Mikroskopikern Swammerdamm, de Geer, Réaumur finden wir gewisse Hinweise auf die Existenz des schwarzen Fleckes bei gewissen Cladoceren; es war aber Otto Friedrich Müller, welcher sich entschiedener über die Augennatur dieses Gebildes aussprach.

In seinem berühmten Prodromus (1) beschreibt er die Lynceiden als Tiere, welche zwei hintereinander liegende Augen besitzen (pag. XXVII).

Später spricht sich Müller in seinem Crustaceenwerk über die Lage, die Größe und die Augennatur der schwarzen Flecken noch entschiedener aus (2, pag. 67 und 70); aus seinem Texte wissen wir auch, daß Schranck im Jahre 1781 Monoclen mit zwei Augen auf dem Kopfrüssel beschrieben hat.

Eingehendere Beschreibungen des unpaaren Auges finden wir zuerst in den zwanziger Jahren des XIX. Jahrhunderts.

Schon im Jahre 1820 lesen wir kritische Bemerkungen des Genfer Forschers Jurine (3) über O. F. Müller's Meinung, daß der schwarze Stirnpunkt von Macrothrix und Lynceus nichts anderes als ein einfacheres Auge sei. Der geistreiche dänische Zoologe hat schon im XVIII. Jahrhundert die wahre Funktion dieses Gebildes erkannt und wenn Jurine diese Meinung heiß bestreitet, so basiert er seine Widerlegungen mehr auf spekulative als auf reelle Gründe. Wie kann man voraussetzen, sagt er, daß die Natur in einem und demselben Tiere zwei Arten von Augen — einfache und zusammengesetzte, kleine und große, schafft, daß sie diese Augen so zu sagen hintereinander anspannt und auf diese Weise die Regel, welche sie für alle Geschöpfe uniform annimmt, indem sie die Augen gleich groß macht und sie in parallele Linien setzt, für diesen einzigen Fall durchbricht (pag. 147).

Müller war nicht der einzige, der die wahre Natur der Stirnflecke erkannt hat. An einem anderen Orte spricht Jurine über die „Partisanen der Diophthalmie der Monoclen" in der Mehrzahl, und wirklich lesen wir in der von Jurine aus dem Deutschen übersetzten Abhandlung von Schaeffer über die „geschwänzten Monoclen oder Wasserflöhe" (4) wieder die Behauptung, daß die vor dem großen Auge liegenden Pigmentflecke vielleicht dem einfachen kleinen Insektenauge oder dem Stemma entsprechen (pag. 188). So sehen wir, daß seit der Zeit der ersten ernsten Forschungen über die Cladoceren und Phyllopoden die Funktion des unpaaren Auges verschiedenartig aufgefaßt wird.

Im zweiten Anhange zum Buche von Jurine, in der fleißigen und vortrefflichen Arbeit von Prevost über den Chirocephalus (5), finden wir schon eine sehr genaue Beschreibung des medianen Auges dieses Krebstierchens. Prevost studierte das Schicksal dieses Gebildes seit seiner ersten Erscheinung bei jungen Branchipuslarven. Zuerst, sagt er, ist das Tier einäugig, später wird es dreiäugig, und die zwei großen, beweglichen und netzförmig gebauten Augen haben einen viel zusammengesetzteren Bau, als das einfache mediane Auge. Das Larvenleben ist einfach, und die so einfach gebauten Augen genügen den Bedürfnissen dieser Larven; wenn aber die Larve zum entwickelten, erwachsenen Tiere mit größeren Bedürfnissen wird, dann bekommt sie auch vollkommenere Augen, und die Larvenaugen funktionieren vielleicht noch während der Zeit, wenn die neugebildeten vollkommenen Augen noch nicht völlig funktionieren; später soll die Funktionsfähigkeit des unpaaren Auges ganz verschwinden (pag. 204).

Diese von vortrefflichen Abbildungen begleitete Arbeit ist um so interessanter, als hier Prevost schon im Anfange des XIX. Jahrhunderts*) solche Meinungen aussprach, welche man später, in der letzten Hälfte des XIX. Jahrhunderts, mit vollem Unrecht bekämpfte.

Fast zur selben Zeit erschienen die ersten Beschreibungen des mikroskopischen Baues des unpaaren Auges.

Hercules Strauß, später der berühmte Entomotom Strauß-Dürckheim, hat in den Jahren 1819 und 1821 in seinen Abhandlungen über die Cladoceren und Ostracoden das unpaare Auge mikroskopisch untersucht (6). In seiner Daphnien-Abhandlung schreibt er, daß er vor der vorderen, winkelig hinausragenden Seite des Gehirns einen schwarzen Fleck beobachtete; vor diesem Flecke konnte er zwei kleine spindelförmige „Ganglien" unterscheiden. Jede dieser Ganglien spitzt sich zu einem feinen Faden zu. Die Fäden verlieren sich in den Tegumenten der Nachbarteile, obgleich Strauß zuerst glaubte, daß sie zu den Antennen laufen (pag. 398). Wenn man die diese Arbeit begleitenden Abbildungen (Taf. XXIX, Fig. 2, 4 und 6) genau betrachtet, so sieht man, daß Strauß sicher die zwei lateralen, an ihren distalen Enden verengten, paarigen Abteilungen des medianen Auges beschreibt. Es bleibt aber schwer erklärlich, weshalb dieser scharfe Beobachter die größere vordere unpaare Augenabteilung, sowie den von ihr abgehenden Frontalnerv übersehen hat.

Seit der Zeit der Beschreibungen des schwarzen Augenfleckes durch Jurine und Strauß wird dieses Gebilde fast von jedem Cladoceren- oder Phyllopoden-Forscher erwähnt. Einige Verfasser schweigen ganz über seine Bedeutung und begnügen sich mit dessen Abbildung oder Erwähnung, andere sprechen gewisse Vermutungen über ihn aus.

So bildet Gruithuisen ganz richtig die eigentümliche Form des unpaaren Auges bei Daphnia (Simocephalus) sima ab (7, Taf. XXIV, Fig. 1) und spricht sich im Texte entschieden für die Augennatur dieses Gebildes aus (pag. 400). Auch Joly erwähnt dieses Gebildes in seiner Arbeit über die Artemia (8) und schreibt, daß er im Bau des unpaaren Auges nichts besonderes, was man mit dem Bau der an den Stielen sitzenden zusammengesetzten Augen vergleichen könnte, bemerkt hätte.

Eine sehr genaue Beschreibung des unpaaren Auges und der Frontalnerven von Apus cancriformis finden wir im klassischen Buche von G. Zaddach (9).

Zaddach schreibt, daß das unpaare Auge, welches bei den jungen Apus das einzige Sehorgan ist, bei dem erwachsenen Tiere blaß und funktionslos wird. Der Nerv, welcher das unpaare Auge versorgt, fängt nach Zaddach mit zwei Wurzeln an; diese Wurzeln entspringen in der Nachbarschaft der großen Sehnerven, aber einwärts von ihnen. Unter dem Auge vereinigen sich diese zwei Nerven zu einem gemeinsamen Nerv, welcher an seiner hinteren Seite das unpaare Auge trägt. Ueber dem Auge bildet dieser Nerv eine Anschwellung, welche sich an ihrer Spitze wieder in zwei Nerven spaltet; die letzteren zwei Nerven endigen in der den großen Augen anliegenden Hautdecke (pag. 47 und 48).

Man kann mit Hilfe der jetzigen Technik kaum eine bessere Beschreibung geben. Nur die Deutung einzelner Teile ist nicht ganz richtig. In den paarigen Nervenwurzeln erkennen wir Nerven der Frontalorgane, in der an ihrer Vereinigung sich befindenden Anschwellung (intumescentia) — eine Art von diesen Nerven gebildeten Ganglien, in den aus der Anschwellung auslaufenden Nerven — die Enden des Frontalnervs und die rückgebildeten Frontalorgane.

Die große Arbeit von Joly über Isaura cycladoides (10), ein Tier, welches die späteren Verfasser als eine Estheria-Art erkannten, enthält fast gar keine Angaben über das unpaare Auge. Der Verfasser beschreibt dieses Gebilde bei dem erwachsenen Tiere gar nicht, was aber die jungen Tiere betrifft, so sagt er in seinem Texte kein Wort über das mediane Auge, erwähnt aber dessen in seinen Tafelerklärungen (pag. 348). Die Abbildungen der Naupliusaugen und der Augen der erwachsenen Larven sind vortrefflich. Um so mehr muß man sich wundern, daß der Verfasser dieses bei noch

*) Die Arbeit von Prevost war viel früher (im Jahre 1803) geschrieben, und Jurine hat sie im Jahre 1820 umgearbeitet.

älteren Larven gut gezeichnete Auge für kein solches, sondern für ein Gehirnrudiment hält (pag. 323 und 348, Fig. 43).

Im Jahre 1846 beschäftigt Schödler sich mit dem unpaaren Auge (11). Er widmet diesem Gebilde viele Zeilen (pag. 360—364), beschreibt sehr richtig viele Variationen dieses Pigmentfleckes, hat aber kein Glück mit der Beschreibung des feineren Baues dieses Organs.

So spricht er von zwei Kanälen, die jederseits vom unpaaren Auge entspringen, zu den kleinen Antennen hinlaufen und auf deren Oberfläche nach aussen münden. Seine Abbildungen und Beschreibung erlauben uns nicht zu erkennen, ob er Frontalnerven, Antennalnerven oder andere fadenförmige Gebilde gesehen hat, nur kann man sicher behaupten, daß seine Beschreibung ziemlich entfernt von der richtigen steht.

Schödler schließt sich den Gegnern der Augennatur des schwarzen Fleckes, zu denen er Jurine, Strauß und Baird*) rechnet, an, und deutet den schwarzen Fleck als ein Gehörorgan (pag. 364).

1850 fängt eine lange Serie von Arbeiten über Crustaceen von F. Leydig an, welcher den Untersuchungen dieser Tiere fast vierzig Jahre seiner unermüdlichen und erfolgreichen Tätigkeit widmete.

In diesem Jahre 1850 hat Leydig am Gehirne des Argulus foliaceus (12) einen „herzförmigen Pigmentflecken, der mikroskopisch aus zweierlei Pigmenten besteht" beschrieben (pag. 330). Wir erkennen, daß bei dieser Beschreibung die Pigmentschicht und das Tapetum gemeint sind und finden die scharfsinnige Vergleichung dieses Tapetums, welches Leydig aber noch für ein funktionsloses Pigment hält, mit den „silbernen Pigmentflecken der Fischhaut".

Auch in der im folgenden Jahre erschienenen Untersuchung über den Bau des Branchipus und der Artemia (13) spricht Leydig über die unpaaren Augen oder, wie er sie beharrlich nennt „sogenannten einfachen Augen" (pag. 291), hält sie aber für keine Augen, da so ein Pigmentfleck „bei mikroskopischer Untersuchung nichts anderes als eine Anhäufung von Pigmentmolekülen ist und aller brechenden Medien entbehrt" (pag. 296).

In demselben Jahre erschien in einer anderen deutschen Zeitschrift eine Untersuchung von Zenker, dem bekannten Ostracoden-Forscher (14). Obgleich Zenker keine genügenden Tatsachen zur Kenntnis des mikroskopischen Baues dieses Gebildes liefert, zeigt er doch, daß diese unpaaren Augen nicht nur bei Daphnien, Apus und Branchipus, sondern auch bei allen anderen Phyllopoden, z. B. bei Hedessa Sieboldii Liévin**) vorkommen und erkennt entschieden ihre Augennatur. Ohne die Arbeit von Prevost (5) zu kennen, kommt Zenker ungefähr zu denselben Resultaten wie dieser. Er zeigt, daß der Embryo in der Brutkammer der Mutter und auch die jungen Larven noch kein definitives Auge zum Sehen besitzen, und daß der schwarze Fleck, welcher seiner Lage und seinem Bau nach an das einfache Auge der Cyclopiden erinnert, bei den unvollkommen ausgebildeten Tieren die Sehfunktion erfüllt. Die Abwesenheit der lichtbrechenden Körper im schwarzen Flecke der Daphniden erklärt Zenker dadurch, daß es den von der Schale bedeckten Embryonen ohnehin unmöglich ist, scharfe Bilder zu sehen; der Fleck aber erlaubt ihnen Licht oder Finsternis zu unterscheiden. Bei Phyllopodenlarven, sagt Zenker, welche des wahren Sehens bedürfen, erkennt man auch lichtbrechende Körper. Was er aber unter diesen lichtbrechenden Körpern verstand, das bleibt uns unbekannt.

Der Petersburger Arzt Sebastian Fischer sieht und zeichnet in demselben Jahre auch die unpaaren Augen bei Cladoceren (15). Es ist zu bewundern, daß dieser sonst so genaue Forscher dem unpaaren Auge keine besondere Aufmerksamkeit widmet. Nur selten, beiläufig, erwähnt er mit einigen Worten das Vorhandensein oder das Fehlen des schwarzen Fleckes, welchen er aber sehr richtig abbildet. So erkennt Fischer, wie schon früher Gruithuisen (7), das sonderbare unpaare Auge der Daphnia sima, sagt aber im Texte kein Wort darüber. Den Kopf der Daphnia magna zeichnet Fischer bei stärkeren Vergrößerungen (Taf. VIII, Fig. 1); man erkennt hier das auf dem unpaaren Gehirnlappen sitzende unpaare Auge, seine Becher und die dieselben füllenden Zellen, ferner den Anfang des

*) Die Arbeit von Baird war mir nicht zugänglich.

**) Die Schrift von Liévin war mir unzugänglich.

Frontalnervs; man liest aber kein Wort darüber. Ebenso gleichgültig bleibt Fischer gegenüber dem medianen, oder wie er schreibt, Nebenauge in seinen „Ergänzungen" zu der zitierten Abhandlung, welche im Jahre 1854 publiziert wurden (15).

Die klassische Abhandlung von Grube, welche im Jahre 1853 erschien, kann man als einen Ausgangspunkt unserer jetzigen Kenntnisse über die Organisation der Phyllopoden ansehen (16). Grube gibt nicht nur eine genaue Beschreibung der äußeren Form des unpaaren Phyllopodenauges, sondern er erkennt auch die Frontalnerven sehr gut, welche er ganz richtig abbildet (Taf. VII, Fig. 23), deren Funktion er aber ungenügend bestimmt. Er meint, daß dieser „Dünne von dem Organ nach vorn und unten zur Kopfwand laufende Strang, wie es scheint, bloß zur Befestigung dient" (pag. 86). Auch gibt Grube eine sehr genaue Abbildung und Beschreibung des „länglich runden, mit einer Reihe von Härchen besetzten Males — area oblonga Lovén", sagt aber gar nichts über die Bedeutung des Organs, in welchem wir das Nackenorgan späterer Forscher erkennen.

Als ein scharfsichtiger und fleißiger Forscher unterwirft Grube das unpaare Auge verschiedenen Reaktionen, z. B. der Reaktion mit Salpetersäure; und findet, daß das weiße, glänzende Pigment von der Salpetersäure nicht gelöst wird und daß der vom Pigment umrandete Kern des Auges bei Behandlung mit Salpetersäure eine gelbliche Farbe annimmt. Wir erkennen die Reaktionen von der Pigmentschicht und vom Tapetum.

Auch widerlegt Grube eine von Schödler ausgesprochene Meinung, daß das mediane Auge als ein Gehörorgan funktioniere und deutet den von Joly bei Estheria oder Isaura beschriebenen Fleck (10) als Auge. Grube sieht schon ganz gut die Dreiteiligkeit des Auges, erkennt seine drei Becher und gibt eine so genaue Beschreibung dieses Gebildes bei Limnetis, daß sie nur der von Claus im Jahre 1891 gegebenen (8) nachsteht.

Ein Jahr später erscheint eine andere klassische Arbeit, die bekannte Ostracoden-Monographie von Zenker (17), welche bis jetzt, selbst nach dem Erscheinen der großen Monographie von G. W. Müller (53) ihre Bedeutung nicht verloren hat. In dem Kapitel über die Sinnesorgane (17, pag. 24—32) widmet Zenker dem unpaaren Auge große Aufmerksamkeit. Er beschreibt das Auge als ein zweiteiliges Gebilde, obgleich er gewiß auch den dritten, medianen Teil bemerkt hat. So schreibt er in der Randglosse, daß er „auch in Betreff der Ostracoden und Cyclopiden lange zweifelhaft gewesen sei, ob zwei oder drei Augen vorhanden seien". Obgleich Zenker bei Ostracoden den medianen Augenbecher, welchen er „für ein drittes unpaares Auge gehalten hat", als eine Anschwellung des Sehnerven angesehen hat, ist er doch geneigt, den von Leydig beschriebenen dritten Lappen des kleeblattförmigen Fleckes von Argulus und Branchipus (12 und 13), als drittes Auge „welches Dana bei einigen Copepoden-Gattungen hat erkennen wollen" (17, pag. 28) aufzufassen.

Nun wird die Natur des unpaaren Auges und dessen Dreiteiligkeit immer häufiger erkannt und beschrieben.

Schon im Jahre 1855 beschreibt Zaddach bei der Cladoceren-Art Holopedium gibberum den vierkantigen Augenpunkt (18, pag. 161), in welchem man ganz gut den zentralen pigmentierten Teil des aus drei Bechern bestehenden und mit der vierten Kante den Gehirnauswuchs berührenden, unpaaren Auges erkennt (Taf. VIII, Fig. 1 und 2).

In den fünfziger Jahren des XIX. Jahrhunderts beginnen die bahnbrechenden Crustaceenuntersuchungen von Claus zu erscheinen. Es ist wirklich höchst interessant, in diesen Werken die Entwicklung der Ansichten von Claus über die Natur und den Bau des medianen Auges zu verfolgen. Es ist aber eine zu große Arbeit und ich begnüge mich mit dem Erwähnen seiner wichtigsten Arbeiten, in denen er die Frontalorgane und das mediane Auge mehr oder minder vollständig behandelt. Da ich die historische Übersicht chronologisch darstelle, so werde ich auch die Werke von Claus an den betreffenden Stellen erwähnen.

Schon in den ersten Crustaceenforschungen erwähnt Claus den Bau dieses Gebildes (19), widmet ihm aber später größere Aufmerksamkeit.

In der Abhandlung über Phyllosoma und Sapphirina widmet Carl Gegenbaur (20) seine Studien auch der Frage über das unpaare Auge, dessen Bau er sehr gut beschreibt (pag. 74). Er erwähnt die Verschiedenheit zwischen den Anschauungen von Leydig und Zenker, schließt sich aber entschieden dem letzteren an, indem er dieses Gebilde für „das Auge der Larve, welches außer durch seine Einfachheit noch durch seine enge Verbindung mit dem Gehirne ausgezeichnet ist", erklärt. Der künftige große Anatom findet solche Augen bei anderen Crustaceen, manchmal nur in den Larvenstadien.

Etwas später erschien ein anderes, für die Kenntnis der Crustaceen höchst wichtiges Werk — das bekannte Cladoceren-Buch von Leydig (21). Seit 1860, dem Jahre der Publikation dieses Werkes, haben wir wirklich genaue Kenntnisse über die Cladoceren und das Buch von Leydig bleibt bis jetzt ein Handbuch für jeden wissenschaftlichen Untersucher der Crustaceen.

Leydig erwähnt in diesem Buche viele Male sowohl das unpaare Auge, als die Frontalorgane. Er gibt seine frühere Deutung der Funktion des schwarzen Fleckes auf und beschreibt ihn als ein wahres Auge. Er schildert seine Dreiteiligkeit ausführlich, und einige seiner Zeichnungen dieses Gebildes, wie z. B. die Fig. 6 der I. Tafel, welche das unpaare Auge und die Frontalorgane von Daphnia pulex darstellt, sind so meisterhaft ausgeführt, daß sie bis jetzt allen strengsten Forderungen entsprechen.

Leydig beschreibt auch die die Becher ausfüllenden Zellen; er nennt sie Kristallkörper und vergleicht sie ihrer Beschaffenheit und ihrem Glanze nach mit den Linsen von Cypris monacha. Denselben Bau sieht er in den unpaaren Augen vieler anderen Gattungen und Spezies der Cladoceren, homologisiert ihn dem Baue der Augen von Cyclopiden und Cypriden und vergleicht alle diese Augen, wie auch Ehrenberg es tat, mit den Nebenaugen der Insekten.

Selbst bei kleinen Cladoceren, z. B. bei Daphnia sima, erkennt dieser scharfe Beobachter zweierlei Pigmente — ein schwarzes und ein weißes, glänzendes — das jetzige Tapetum. Das unpaare Auge variiert nach Leydig sehr in Größe und Bau; manchmal ist es gar nicht zu sehen, andererseits ist es oft sogar größer als das zusammengesetzte, paarige Auge (pag. 39—40).

Die Frontalorgane beschreibt Leydig vielleicht genauer als manche neueren Forscher (pag. 42). Er findet zwei Arten von Frontalnerven, von denen einige ihren Ursprung vom Auge nehmen, wie es Grube schon bei Limnetis beschrieben hat (16), und von denen andere dagegen von den lateralen Seiten des Gehirns stammen und an der Seitenwand des Kopfes endigen (21, pag. 215). Lynceus lamellatus besitzt beiderlei Organe, welche stark entwickelt sind (Fig. 53). Diese Nerven, so gut frontale, als laterale, endigen in Gruppen von Ganglienkugeln (pag. 157—158, Fig. 14) und umgeben manchmal sehr eigentümliche, wellig gerundete und das Licht stark brechende Körper (pag. 213, Fig. 53). Leydig drückt sich nicht klar genug über die Funktion dieser Gebilde aus, sagt aber auf pag. 42, dieser „Nerv könnte vielleicht mit seiner Endverbreiterung den Tastantennen den Rang der Gehörorgane streitig machen".

In einem anderen berühmten Buche über „die freilebenden Copepoden", welches im Jahre 1863 erschien (22), beschäftigt sich Claus viel mit der Frage über den Bau der unpaaren Augen. Er beschreibt verschiedene Stufen der Zusammensetzung dieser Gebilde vom einfachsten x-förmigen Auge, bei dem man den medianen Teil bei oberflächlicher Untersuchung gar nicht bemerkt, bis zu so eigentümlichen Organen, wie den Augen von Dactilopus mit zwei, Thalestris mit drei oder vier, Dias mit sieben und Temora sogar mit neun Paar Kristallkugeln verschiedener Größe (pag. 44 und Fig. 3, 5—7 der Tafel II und 1—4 der Tafel III). Und überall, sowohl bei den Copepoden, als auch bei den von Claus zur Vergleichung untersuchten anderen Entomostraceen finden wir die Dreiteiligkeit des unpaaren Auges.

Claus schreibt weiter, daß er, sowie andere Forscher, das unpaare Auge auch bei den höheren Crustaceen im Larvenleben beobachtete, und so läßt er uns den Wert dieses Organes für die Phylogenese der Crustaceen erkennen. Da Claus bei vielen Copepoden, wie Corycaeus, Sapphirina und anderen, das gleichzeitige Vorkommen des unpaaren Auges und der großen paarigen Augen beobachtet, so unterstützt er die Ansichten früherer Verfasser, wie von Siebold (in seinem Handbuche der vergleichenden

Anatomie), Zenker (14, 17) oder Gegenbaur (20), welche dieses Copepodenauge den Larvenaugen anderer Entomostraceen parallelisierten. Schließlich sagt Claus, daß, nachdem er „die Beobachtung machte, daß auch die Decapoden in ihrem jüngsten Lebensalter ein medianes Auge haben, welches aus zwei mit einander verschmolzenen Seitenhälften besteht und ebensoviel Kristallkugeln einschließt, also dem Cyclops-Auge durchaus entspricht*), die bereits erwähnte Zurückführung eine neue kräftige Stütze erhielt, so daß man auf der einen Seite das Nebenauge der Daphniden, Phyllopoden, das Medianauge der Corycaeiden, die untere Augenkugel der Pontelliden, das Larvenauge der Decapoden dem gesamten Sehorgane von Cyclops und Calanus als gleichwertig gegenüberzustellen berechtigt sein konnte."

Im folgenden Jahre hat Klunzinger (23) das unpaare Auge einer ägyptischen Limnadia-Art beschrieben. Seine Beschreibung (pag. 159) und Abbildung (Taf. XVII, Fig. 29) sind aber viel weniger klar, als die von Grube (16), Claus (22) und Leydig (21). Obgleich Klunzinger in dem Gebilde, welches er für ein unpaares Auge erklärt, eine „kreideweiße, bisweilen mehr gelblichweiße, bei durchfallendem Lichte ihrer Undurchsichtigkeit wegen schwarze" Substanz beschreibt, welche sehr an das Tapetum erinnert, obgleich er in dieser weißen Substanz, besonders an den Kanten, schwarze Pigmentpartikel eingestreut sieht, weicht dieses Organ seiner Form und Größe nach von denen der anderen Branchiopoden soweit ab, daß ich meine, daß die Abbildung von Klunzinger eine pathologisch veränderte Form des unpaaren Auges darstellt. Die „flockige, weiße, käseartige Masse", die Klunzinger bei seiner Limnadia gubernator beschreibt, fand ich ziemlich oft auch im rostralen Teile der Limnetis-Köpfe, und dann war diese Masse mit der Masse des unpaaren Auges fest verbunden.

G. O. Sars, welcher seine Arbeiten mehr der Systematik, als der Morphologie der Crustaceen widmet, spricht sich im Jahre 1865 entschieden für die Augennatur des schwarzen Fleckes aus (25, pag. VI und VII). Er weist darauf hin, daß es gewisse Formen gibt, wie z. B. Monospilus, welche nur den so viel besprochenen schwarzen Fleck als einziges Sehorgan besitzen. Auch besitzen die Embryonen von Leptodora nach Sars den schwarzen Fleck, welcher den erwachsenen Tieren fehlt, als einziges Auge. Dasselbe sagt Sars später, wenn ich den norwegischen Text richtig verstehe, in etwas erweiterter Form (pag. 15 und 16).

Eine der wichtigsten Arbeiten von Claus, in der er so viele neue Tatsachen über das unpaare Auge und überhaupt über die Frontalorgane von Branchipus und Apus mitteilt, erschien im Jahre 1873 (26).

Zwischen der Erscheinung der Copepodenmonographie und der des eben zitierten Werkes von Claus publizierte derselbe noch einige Arbeiten, in denen er die Sehorgane einzelner Formen beschreibt (24); die meisten der wichtigsten Resultate wiederholt Claus später in seiner Monographie über das Medianauge (48).

In der Abhandlung über den Bau und die Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis (26) untersucht Claus meistenteils noch unerwachsene, junge Tiere, bei welchen diese Gebilde viel schärfer ausgeprägt sind, als bei älteren Tieren.

Das unpaare Auge von Branchipus erscheint schon im Embryo, und bei einer 0,75—1 mm langen Larve sieht man schon ein gut ausgebildetes mediales Auge, in welchem man besser als in dem des alten Tieres, die drei Augenbecher und die drei Augennerven erkennt. Unter der mittleren Augenabteilung beschreibt Claus eine Zellengruppe, welche er für ein Ganglion hält, die sich aber bei erwachsenen Tieren als der mediane Augenbecher erweist (pag. 102, Taf. I, Fig. 5″).

In demselben Stadium kann man auch gut die Frontalorgane unterscheiden. Ihre Nerven entspringen dem Gehirne mit den Opticusnerven zusammen; es ist zu bemerken, daß während dieser Zeit die zusammengesetzten Augen noch nicht stielförmig verlängert sind. Claus verfolgt die Metamorphosen dieser Organe bis zum Stadium des ungefähr 3—$3_{,5}$ mm langen, aber noch nicht geschlechtsreifen Tieres; am Ende fügt er eine genaue Beschreibung des Baues der Frontalorgane hinzu

*) Diese Arbeit, Malacostraken-Larven von C. Claus, welche in der Würzburger naturwissenschaftlichen Zeitschrift (1861) publiziert ist, war mir unzugänglich.

(pag. 113—116). Die Frontalorgane bestehen aus „Ganglienzellen und Nervenfasern und legen sich mittelst je fünf Ganglienzellen an die Oberfläche eines glänzenden Körpers an, welcher als innerer Hautvorsprung mit der Hypodermis zusammenhängt und in seinem Innern ein großes Bläschen nachweisen läßt". Dieses bläschenförmige Gebilde ist vielleicht nichts anderes, als die von Claus später beschriebene zentrale große Hypodermiszelle mit großem Kerne. Claus ist hier geneigt, diesem Gebilde eine vielleicht vorhandene Gehörorganfunktion zuzuschreiben; in seinen späteren Arbeiten beharrt er jedoch nicht bei dieser Anschauung (pag. 114).

Das unpaare Auge besteht aus „einem zweilappigen Pigmentkörper, an dessen Seiten helle, lichtbrechende Zapfen angelagert sind, und aus dem empfindenden Apparat". Das Auge wird durch drei Nerven innerviert — zwei laterale, schwächere und einen medianen, stärkeren. Der mediane Nerv „bildet bei seinem Eintritt in den Pigmentkörper ein Ganglion, welches bei Br. stagnalis-Larven hinter dem Pigmente liegt, in vorgeschrittenen Stadien von Br. torvicornis, dessen Augenpigment eine viel länger gestreckte und schmälere Form hat, ebenso an den Seiten desselben erkannt wird. Bei ausgewachsenen Tieren scheint nach Leydig's Angaben die Form des Pigmentkörpers bedeutender zu variieren" (pag. 114).

Wir wissen schon durch Claus selbst, daß er den medianen Teil des unpaaren Auges als ein Augenganglion beschrieben hat; wenn ich hier diese Beschreibung von Claus einfüge, so geschieht das, weil er in seinen späteren Werken den Leser oft auf diese Abhandlung verweist, welche aber nicht jedem leicht zugänglich ist.

Bei Apus beschreibt Claus in einem sehr frühen Stadium zwei kleine, griffelförmige Fäden mit zartem fibrillärem Inhalt und glänzenden Terminalkörperchen, welche auf zwei schwach gewölbten Hervorragungen sitzen. Es sind offenbar die zwei auch bei anderen Entomostraceen aufgefundenen Sinnesfäden des Stirnrandes, denen wohl auch das Frontalorgan von Branchipus gleichwertig ist (pag. 120).

In weiteren Stadien sind diese Organe noch schärfer ausgeprägt. Die sie versorgenden Nerven stammen nach Claus aus dem Ganglion oberhalb des Auges. Die Organe selbst bestehen aus blassen Zapfen, welche vom Stirnrand dorsalwärts gerückt sind und „an den Seiten einer taschenförmigen, im früheren Larvenstadium bemerkbaren Hautumsäumung frei nach außen vorstehen" (pag. 124).

In dem spätesten von Claus ausführlich beschriebenen Stadium, wenn die Larve ungefähr $1^1/_2$ mm lang ist, rückt das Frontalorgansystem noch mehr dorsalwärts; die fadenförmigen, die distalen Enden des Nervs und die Frontalorgane einschließenden Anhänge, welche sich an der Stelle der die Zapfen tragenden Auswüchse entwickelt haben, ragen noch aus der taschenförmigen Hautspalte hervor (pag. 126). Später verschwinden die äußeren Frontalorgane gänzlich, sie werden von der Hautfalte überwachsen, aber der Prozeß dieses Umwachsens und Verschwindens ist von Claus nicht beschrieben worden.

Das unpaare Auge von Apus ist nicht so ausführlich beschrieben. Es wird noch als paarig geschildert und der mediane Teil wird noch als Augenganglion angesehen (pag. 126).

Dieses Werk von Claus kann als ein Ausgangspunkt unserer jetzigen Kenntnisse des Baues der Frontalorgane angesehen werden. In seinen späteren Werken fügt Claus nur wenig zur Kenntnis der Frontalorgane hinzu, gibt aber viele neue Tatsachen zur Frage über den Bau des medianen Auges. Und erst in der letzten Zeit erscheinen neue spezielle Arbeiten, welche den Frontalorganen gewidmet sind.

In der berühmten Arbeit von Weismann über den Bau der Leptodora hyalina finden wir eine sehr interessante Notiz, nämlich, daß „bei der Frühlingsgeneration das Nauplius-Auge mit in das ausgewachsene Tier hinübergenommen wird, wo es als kleiner schwarzer Fleck der unteren Fläche des Gehirns aufsitzt" (27, pag. 409).

In einer Arbeit über Arguliden, welche im Jahre 1875 publiziert wurde, bespricht Claus wieder den Bau des medianen Auges (28). Claus selbst hält die Ergänzungen zur Frage über den Bau dieses Gebildes, welche seiner Arguliden-Arbeit hinzugefügt sind, für sehr wichtige, indem er an anderem Orte in seiner Arbeit über das Medianauge (48) Grenacher den Vorwurf macht, daß derselbe „die Literatur des Medianauges nicht im Détail studiert hatte und sich vornehmlich auf Claus' ältere Copepodenarbeit vom Jahre 1863 bezieht, die nachfolgenden zitierten Publikationen aber unberücksichtigt ließ" (48).

Und wirklich finden wir in der Claus'schen Beschreibung des unpaaren Auges des Argulus bei aufmerksamem Lesen genaue Angaben über die Dreiteiligkeit des Auges, ferner über das Entspringen eines medianen und zweier lateraler Nerven, welche Nerven die drei Augenbecher innervieren. Auf der Figur 29 der Tafel XVII sehen wir sehr deutlich einzelne Retinazellen, sowie in denselben liegende Sehstäbchen, das Tapetum und die schwarze Pigmentschicht. Schon im Jahre 1875 hat Claus alle diese Details erkannt, und nur der damalige Stand der Wissenschaft hat ihn gehindert, eine richtige Deutung dieser Teile zu geben.

Eine andere, fast gleichzeitig mit der Argulus-Abhandlung erschienene Arbeit über die parasitischen Copepoden (29), welche Claus selbst als Fortsetzung einer früher erschienenen Arbeit betrachtet*), gibt noch einige neue Details zur Kenntnis des unpaaren Copepodenauges.

In der im Jahre 1876 erschienenen Arbeit von Claus über die Organisation der Cladoceren (30) erkennt er die wahre Natur des dreiteiligen Auges der Daphniden und gibt eine ausführliche Beschreibung der Frontalorgane**). Er hat Recht, wenn er sagt, daß der frontale Nerv nicht vom unpaaren Auge stammt, sondern daß „es sich nur um Aneinanderlagerung der Bahnen beider Sinnesorgane, die bei andern Cladoceren, z. B. Simocephalus und auch bei Branchipus gesondert laufen", handelt (pag. 374—375).

In demselben Jahre publiziert Claus seine große grundlegende Arbeit über die Genealogie der Crustaceen (31). Obgleich er hier den Frontalorganen und dem unpaaren Auge keine besondere Aufmerksamkeit widmet, kommen wir doch nach dem Studieren dieses wichtigen Werkes zu dem Schlusse, daß diese Gebilde eine große phylogenetische Wichtigkeit besitzen, weil sie bei Tieren, wie Apus und Branchipus, welche Claus als „nach Bau und Gestaltung den ältesten Phyllopoden am nächsten" stehende Crustaceen ansieht (pag. 13), am besten entwickelt erscheinen. Wir finden diese sonderbaren Organe auch in Form der griffelförmigen Fortsätze bei Ostracoden (pag. 97, Taf. XVII, Fig. 4 und 5); auch bei den Cirripedien-Larven zeichnet Claus fadenförmige frontale Sinnesorgane (Taf. XVI, Fig. 1, Fr. S.), welche sehr an die jugendlichen Frontalorgane der Apuslarven erinnern; leider gibt er über deren Bau keine detaillierten Auskünfte.

Es ist sehr zu bedauern, daß Ficker in seinen Untersuchungen über die Entwicklung von Estheria ticinensis keine näheren Auskünfte über den Bau und die Schicksale des unpaaren Auges und der Frontalorgane gibt (32). Es ist um so mehr zu bedauern, da es Claus nicht gelungen ist, diese Gebilde bei den Estheria-Larven zu untersuchen.

Ältere Angaben über das paradoxe Vorhandensein von zwei paarig angeordneten und hinter dem zusammengesetzten Auge sitzenden Nebenaugen bei den Polyphemiden expliziert Claus sehr gut im Jahre 1877 (33), indem er zeigt, daß es sich hier um keine unpaaren Augen, sondern um „losgelöste Abschnitte des großen Doppelauges" handelt.

Auch Spangenberg diskutiert die Frage über die Frontalorgane (34) der Limnadia, wenn er über die vom Oberschlundganglion entspringenden Nerven spricht. Ich glaube aber, daß er Unrecht hat, die zusammen mit den die paarigen Augen versorgenden Sehnerven entspringenden „schwachen Faserzüge" (pag. 484 und 485) für die Frontalnerven anzusehen. Es werden wohl eher die die Haut innervierenden schwächeren Hautnerven, als die Frontalnerven sein. Über das unpaare Auge äußert sich dieser Verfasser gar nicht.

In seiner großen Monographie der Sehorgane der Arthropoden gibt Grenacher der Frage über den Bau der unpaaren Augen keinen großen Raum. Obgleich Grenacher (35), wie es schon Claus gezeigt hat (48) „die Literatur des Medianauges nicht im Detail studiert hatte", fügt er doch unseren bisherigen Kenntnissen über den äußeren Bau dieses Gebildes Manches hinzu. Seine sehr gut ausgeführten Abbildungen des Auges von Calanella mediterranea erweisen die Dreiteiligkeit dieses Gebildes sehr klar. Doch erkennt Grenacher die Verhältnisse einzelner Teile nicht richtig, worüber

*) Claus. Zur Morphologie der Copepoden. Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift, T. I, 1860. War mir unzugänglich.

**) Es ist eigentümlich, daß Claus über diese Arbeit selbst keine richtige Anzeige gibt, indem er sie im Bande XXVI der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie statt des Bandes XXVII anzeigt.

ihm schon Claus Vorwürfe macht (8 pag. 229). So sieht Grenacher keinen Zusammenhang zwischen den paarigen Nerven und den lateralen Augenbechern und beschreibt die Innervation dieser Seitenbecher durch den medianen Nerv, was, wie Claus (48) gezeigt hat, unrichtig ist. Claus zeigt noch, daß Grenacher die Existenz von cuticularen Sehstäbchen und vom Tapetum ganz übersehen hat.

In demselben Jahre (1879) hat Carl Grobben seine bekannte Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte von Moina rectirostris publiziert (36). Obgleich der Verfasser hier über das unpaare Auge der Moina nicht viel sagt und nur eine halbschematische Abbildung dieses Gebildes auf einem Holzschnitte gibt (pag. 41 resp. 243), zeigt er doch schon bei dem Embryo die Doppelnatur dieses Organes und erklärt einige Meinungsverschiedenheiten zwischen Leydig und Zenker, welche die Verhältnisse des unpaaren Auges zum paarigen, zusammengesetzten, betreffen.

Viel wichtiger sind für uns die Tatsachen und Schlüsse, welche Grobben in den Abteilungen seiner Arbeit „Über das zusammengesetzte Auge der Phyllopoden" (pag. 51—56, resp. 253—258) und über „das Nackenorgan der Phyllopoden und einiger anderer Crustaceen" (pag. 56—61, resp. 258—263) mitteilt.

Durch diese Abschnitte der Arbeit lernen wir zum ersten Mal den Prozeß des Umwachsenwerdens des zusammengesetzten Auges bei den Cladoceren und einigen anderen Phyllopoden ausreichend kennen und verstehen jetzt die Bildung und Deutung der sich vor dem Auge befindenden Öffnung, Spalte oder Einkerbung, welche die Anfangsstelle des Umwachsungsprozesses zeigt.

Das Nackenorgan, welches früher nur bei einzelnen Phyllopoden, wie z. B. von Grube (16) bei Limnetis beschrieben war, findet Grobben fast bei allen Phyllopoden, wenn auch bei einigen nur im Embryonalleben. Selbst bei den Crustaceen anderer Gruppen, wie bei Amphipoden, Copepoden und Decapoden findet Grobben dieses eigentümliche Organ, welchem er mit vollem Rechte eine wichtige Rolle im phylogenetischen Sinne zuschreibt.

Bei Apus werden die Frontalorgane samt den Augen von einer Hautduplikatur umwachsen, was wir schon zur Zeit des Erscheinens der Abhandlung von Claus über den Bau und Entwicklung von Branchipus und Apus (26) erwarten konnten.

Im Jahre 1881 richtet Paul Mayer (38) die Aufmerksamkeit der Zoologen auf eine interessante Tatsache, nach welcher bei vielen höheren Crustaceen, z. B. bei den Decapoden, das Naupliusauge sich zeitlebens erhält, wenngleich es auch bei ganz alten Individuen so tief unter der Haut liegt, daß es kaum noch sichtbar ist. Mayer schreibt, daß ähnliches schon von Claus im Jahre 1871 bei Gonodactylus beschrieben worden ist. In der in demselben Bande publizierten Arbeit über die parasitischen Copepoden zeichnet und beschreibt Della-Valle eine sehr scharf ausgesprochene Dreiteiligkeit des unpaaren Auges bei Lichomolgus (39, pag. 93, Taf. V, Fig. 21).

Im Jahre 1885 kommt Claus wieder zur Untersuchung des Branchipus und Artemia zurück und macht seine Untersuchungen wieder meistenteils an jungen, noch nicht erwachsenen Tieren (41).

Dem unpaaren Auge widmet Claus ein ganzes, obgleich nicht zu großes Kapitel (pag. 58—60, resp. 324—326). Er beschreibt es als ein aus drei Abteilungen bestehendes Gebilde; von diesen Abteilungen ist die mittlere nicht so gut wie die lateralen zu unterscheiden; die Wandung, welche die drei Becher scheidet, wird von wenigen großen Pigmentzellen gebildet. Der mediane Abschnitt wird von „Nervenzellen" erfüllt und durch unpaare Nervenstämmchen innerviert. Ebensolche „Nervenzellen" bilden auch die „aus den seitlichen Pigmentbechern rechts und links hervorragenden hellen, zapfenförmig vorspringenden, lichtbrechenden Körper". Claus erkennt auch die das Auge umgebenden Hüllmembranen, woraus er schließt, daß das Medianauge der Crustaceen morphologisch höher entwickelt ist, als die Stemmata der Insekten und Arachnoideen. Doch findet er dieses Auge wegen des Mangels des lichtbrechenden Apparates und der Sehstäbchen physiologisch sehr niedrig organisiert.

Als „Frontalorgane" werden Gruppen von Nervenzellen beschrieben, welche den Frontalnerven gegen sein Ende hin umgeben; diese Zellgruppen umhüllen auch die große Hypodermis-Riesenzelle, die dem Ende des Frontalnerven aufsitzt. Bei den jungen Tieren sprossen die Frontalnerven aus einem Gehirnauswuchse, welcher in noch früheren Stadien den riesigen Hypodermiszellen anliegt. Der Gehirnauswuchs ist von großen Ganglienzellen bedeckt, welche später den, aus dem Gehirne stammenden

Frontalnerv umgeben. So erscheinen die Frontalorgane des ältesten von Claus untersuchten Branchipus (es waren 1—5 bis 3 mm lange Larven) als vom Gehirnrande bis zur großen Hypodermiszelle sich erstreckende Nerven, welche von Ganglienzellen umringt sind.

Claus beschreibt noch ein sonderbares Organ, welches ventralwärts vom unpaaren Auge liegt und aus zahlreichen, sonderbare Einschlüsse tragenden und der Hypodermis anliegenden Zellen besteht. Bei größeren, zirka 4 mm langen Larven liegen diese Zellen an der frontalen Seite des Kopfes; dann rücken sie mehr ventralwärts und bilden schließlich kleine guirlandenförmige Zellreihen an der ventralen Fläche des vorderen Kopfrandes. Diese Gebilde berühren zuerst besondere Gehirnauswüchse, welche später zu speziellen Nerven werden.

Das interessante Buch von Justus Carrière (42) fügt der Frage über das unpaare Auge nichts neues hinzu, und in seinen Ansichten schließt sich Carrière denen von Grenacher (35) an.

In demselben Jahre 1885 erschien eine Arbeit, welche, obgleich sie die Frage über die unpaaren Augen und die Frontalorgane unmittelbar nicht berührt, doch für diese Frage von besonderer Wichtigkeit ist. Es ist die Untersuchung von Paul Pelseneer über das Gehirn von Apus cancriformis (43). Pelseneer ist in dieser Arbeit hauptsächlich mit der Lösung einer Frage über den Ausgangspunkt der Antennennerven beschäftigt, welche, wie bekannt, äußerlich von dem Schlundnervenringe abgehen. So kommt er zur Frage über die Topographie der Ganglienzellen und Nervenbündel im Crustaceengehirne. Wenn wir die Abbildungen seiner Tafel XXX fleißig studieren, dann sehen wir, daß der große Zellkomplex, welcher die ventrale Oberfläche der vorderen Gehirnhälfte bedeckt, auch auf die Wurzel der Sehnerven und der Frontalnerven, sowie der Nerven des unpaaren Auges übergeht (Fig. 4 und 5). Bei stärkeren Vergrößerungen zeigt Pelseneer, daß diese große allgemeine Ganglienzellmasse in einzelne Zellgruppen verteilt sein kann, und daß diese einzelnen Gruppen den Ursprungsort einzelner spezieller Nerven, z. B. des Antennennervs, Frontalnervs, Sehnervs usw. abgeben (Fig. 8). Wir sehen also bei Pelseneer zum ersten Mal eine rationelle Gehirntopographie der Phyllopoden.

Chun spricht in seinen Forschungen über die pelagische Tierwelt (44), über das unpaare Auge und die Frontalorgane der Cirripediennauplien. Er beschreibt das unpaare Auge als ein auf einem speziellen unpaaren Gehirnlappen sitzendes Gebilde. Sehr eigentümlich sind die charakteristischen frontalen Sinnesorgane, welche nach des Verfassers Meinung mit den Extremitätenanhängen nichts gemein haben. Diese fadenförmigen Organe sind bei den marinen Lepasnauplien zweigliedrig und zeigen eine scharf ausgesprochene Sinnesorgannatur.

Wir finden in einer, im Jahre 1889 erschienenen systematischen Arbeit von Claus (45) über die Peltiden sehr wichtige Tatsachen betreffs unserer Frage. Claus beschreibt bei Oniscidium (pag. 5, Taf. VI, Fig. 1) ein unpaares Auge, welches aus drei vollkommen von einander getrennten Bechern besteht. Einer von diesen Bechern bildet das ventrale mediane Auge, die zwei lateralen Becher — zwei seitliche dorsale Augen. Claus verfolgt alle Stufen, die solche drei selbständigen Augen einerseits mit dem gemeinsamen dreiteiligen Auge anderer Copepoden andererseits verbinden, und die ferner zu so eigentümlichen und riesigen Augen, wie denen von Corycaeus, Sapphirina usw., führen. Er kommt endlich zum Schlusse, daß diese riesigen Seitenaugen nichts anderes als laterale Becher des medianen Auges darstellen. Claus hat diese Meinung im Jahre 1863 (22) nur als Deutung ausgesprochen.

In demselben Jahre kommt der greise Forscher Leydig wieder zur Frage über den Bau des unpaaren Auges von Argulus foliaceus zurück (46). Leydig beschreibt jetzt sehr detailliert den Bau des unpaaren Auges, seine Dreiteiligkeit, seine Retinazellen, auch vielleicht vorhandene gelbliche cuticulare Sehstäbchen, welche dieselbe Lage in den Retinazellen, wie Leydig's „vereinzelte gelbe Fetttröpfchen" besitzen. Er erkennt wieder das Tapetum, welches er als „weiß schillerndes, wohl guaninhaltiges Pigment" beschreibt, sowie zwei Arten von wahren Pigmenten — ein diffuses blaues und ein anderes — braunkörniges. Doch gibt er diesen Elementen noch keine richtige Erklärung und ist noch sehr nah daran, dem Auge sein Sehvermögen zu bestreiten. Er endigt z. B. die Beschreibung des unpaaren Auges mit folgenden Zeilen: „Was sich im Ganzen an diesem „Stirnauge" sehen läßt, hat fast ebensoviel Verwandtschaftliches zu einer Gruppe von pigmentierten „Becherorganen", wie zu

einem „Auge". Diese Bemerkung möchte ich nicht unterlassen, im Hinblick auf die Ansicht, welche ich vor kurzem über das Parietalorgan der Saurier geäußert habe". Wenn man aber diese Äußerung liest*), so sieht man, daß Leydig in dieser Arbeit geneigt ist, das Parietalorgan zwar ein augenähnliches Gebilde zu nennen, „aber zu den Hautsinnesorganen zu bringen" (pag. 534). Später spricht Leydig in dieser Schrift von den „Übergangssinnesorganen", zu welchen er auch die Argulus-Augen hinzufügen möchte.

Exner widmet in seinem berühmten Buche (47) den unpaaren Crustaceenaugen seine Aufmerksamkeit nicht. Sein Buch ist aber, wie Claus (48) richtig sagt, wegen der Deutung der Wichtigkeit des Tapetums und des Pigmentes für die Sehfunktion, eines der wichtigsten Handbücher für jeden Sehorganforscher.

Die für uns wichtigste Schrift von Claus über das Medianauge ist auch im Jahre 1891 erschienen (48).

Claus untersucht persönlich die Medianaugen der Branchiopoden, Cladoceren, Arguliden, Copepoden und Cirripedien und führt auch eine reiche Literatur an, welche das Vorhandensein dieser Augen bei den Larven von Stomatopoden, Schizopoden und Decapoden, sowie bei älteren höheren Crustaceen bestätigt.

Im Schlußkapitel dieser Schrift (pag. 33—36, resp. 257—260) meint Claus, daß dieses Auge sich „ebenso wie die Insekten-Stemmata aus dem Ectoderm entwickelt", was sich ontogenetisch an jungen Branchipus-Larven nachweisen läßt. Im Gegensatz zu den Stemmata der Insekten geben die medianen Crustaceenaugen ihre ectodermale Lage frühzeitig auf, was die Ursache davon ist, daß sie von der Hypodermis mehr oder weniger weit hinabgerückt sind. Claus führt weiter eine sehr scharfsinnige Parallele zwischen den medianen Augen und Stemmata durch und beweist die Unmöglichkeit einer unmittelbaren Entstehung der ersteren aus den letzteren und umgekehrt. Hier spricht er auch eine interessante und kühne Hypothese aus, indem er behauptet, daß die drei Becher des medianen Auges „phylogenetisch vielleicht mit den Punktaugen und der Scheitelplatte von Annelidenlarven in Beziehung zu bringen sind".

Was die Phyllopodenaugen speziell betrifft, so widmet ihnen Claus zwei Kapitel (pag. 12—19, resp. 236—243). Er fügt nicht viel Neues zur Frage über den Bau des medianen Auges von Branchipus und Apus hinzu; diesen Tieren waren zwei größere Abhandlungen gewidmet (26 und 41). Claus beschäftigt sich viel eingehender mit der Untersuchung der unpaaren Augen von Limnetis, Estheria und Daphnia. Auch hier spricht er sich über die Entstehung des Larvenauges und der Frontalorgane aus. Er glaubt nämlich sie „ihrer ersten Anlage nach auf Zellengruppen der Scheitelplatte, von der wir nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Erfahrungen die oberen Schlundganglien der Gliedertiere abzuleiten haben" beziehen zu können (pag. 14, resp. 238).

Bei allen Phyllopoden trägt nach Claus das Medianauge einen gemeinsamen Charakter. Es besteht nämlich aus drei Augenbechern, von denen der innere vom unpaaren Gehirnauswuchse, welcher sich zum Nerven verlängert, und die lateralen von Seitennerven innerviert werden. Die Becher sind durch eine mehr oder minder mächtige Pigmentscheidewand von einander getrennt; auf dieser Pigmentschicht ruht das die Becher deckende Tapetum. Auf dem Tapetum liegen die Retinazellen, welche immer von der Außenseite innerviert werden. In seinen ersten Arbeiten hielt sie Claus im medianen Becher für Ganglienzellen; etwas später nennt er sie Nervenzellen. Alle Retinazellen tragen auf ihren dem Tapetum zugekehrten Enden kleine Sehstäbchen, welche manchmal (Limnetis) schwer, manchmal nur mit größter Mühe (Branchipus) zu unterscheiden sind. Die Beschreibungen von Claus genügen unseren gegenwärtigen Bedürfnissen vollständig, wenn wir uns nicht für den feinsten Bau interessieren. Man kann aber diesen Beschreibungen manches zufügen, wenn man den feineren Bau untersucht und besonders wenn man sich mit den Verhältnissen betreffs der die einzelnen Becher versorgenden Nerven und der inneren Teile des Gehirnes, von denen diese Nerven abstammen, beschäftigt.

Alle nach diesem äußerst wichtigen Werke erschienenen Schriften, welche den Bau des Medianauges betreffen, fügen nur wenig Neues hinzu und bilden, so zu sagen, nur Ergänzungen oder kritische Besprechungen über diese klassische Abhandlung von Claus.

*) Zoologischer Anzeiger herausgegeben von Prof. J. V. Carus in Leipzig. X. Jahrgang, 1887. Das Parietalorgan der Wirbeltiere. Bemerkungen von F. Leydig.

Samassa hat im Jahre 1891 Untersuchungen über das zentrale Nervensystem von Sida cristallina, Daphnia sima, Bithotrephes longimanus und Leptodora hyalina publiziert (49). Von diesen Formen besitzen Sida und Daphnia Medianaugen. Samassa beschreibt bei Sida cristallina „das unpaare Auge, das auf Punktsubstanz aufliegt, welche gleichsam landzungenförmig in die Masse der Ganglienzellen vorspringt“ (pag. 107). Diese Ganglienzellen sind gut auf der Abbildung eines Querschnittes zu sehen, welcher dem Schnitte, auf dem man das unpaare Auge findet, folgt. So treffen wir hier schon Hinweise auf die Beziehungen zwischen dem das mediane Auge tragenden Gehirnauswuchs und gewissen Gehirnelementen.

Weniger Glück hat Samassa mit Daphnia sima. Er erkennt wohl den im Pigmente verborgenen zentralen Augenbecher und seinen Zusammenhang mit dem Gehirne (pag. 115, Fig. 27), wird aber durch das, den Becher bekleidende Tapetum daran gehindert, die wahre Natur dieses Gebildes zu erkennen. Deswegen beschreibt er das Auge als „einen schmalen Streifen von Pigment, der in der Nähe der Haut zu einem kolbenförmigen Gebilde anschwillt, welchem zwei Krystallkörper angelagert sind“. Der Pigmentstreifen ist wohl der unpaare Becher mit dem Gehirnvorsprunge, die Krystallkörper — laterale Becher. „An diesen Kolben tritt aus dem unteren Teile des Gehirns ein bogenförmiger Zug von Punktsubstanz heran“ (pag. 115, Fig. 26). Dieser Bogen, welchen der später das Zentralnervensystem beschreibende Verfasser Cunnington (66) nicht gefunden hat, wird meiner Meinung nach nichts Anderes als die von Cunnington beschriebenen Nerven der Nackenorgane sein, welche auf dem Schnitte, den Samassa auf seiner Fig. 26 abgebildet hat, zufällig zusammengetroffen sind und so dem Münchener Forscher das Bild eines gemeinsamen Bogens dargestellt haben. Da aber die wahre Natur dieser Nerven Samassa unbekannt geblieben ist, so kommt er auf die Idee, diesen Bogen „mit dem medianen Vorsprung der Punktsubstanz, auf dem bei Sida das unpaare Auge liegt“ zu homologisieren. Er selbst verkennt aber nicht „die Schwierigkeit des soweit herabgerückten Ursprungs“. Die „am vorderen Ende des unpaaren Auges“ liegenden „zwei länglichen Zellen“, d. h. die paarigen vorderen Zellen des medianen Augenbechers, hält Samassa für die Ursprungsstelle des Frontalnervs.

Frau Margaret Robinson (51) beschreibt im Jahre 1892 die persistierenden unpaaren Augen bei einigen Decapoden. Sie findet in diesen Augen nicht nur die Form, sondern auch einen mikroskopischen Bau, welcher sehr an den der Medianaugen der Phyllopoden und verschiedener Nauplien erinnert. Solche Augen beschreibt Margaret Robinson nur bei Macruren.

Bumpus (52) fügt dieser Liste noch manche Decapoden hinzu. Es sind nicht nur erwachsene Macruren, welche im ganz ausgebildeten, geschlechtsreifen Zustande das unpaare Auge besitzen, sondern auch Stomatopoden, Schizopoden und Brachyuren.

Die Frage über den Bau und die Funktionen des unpaaren Auges wird im Jahre 1894 wieder von G. W. Müller in seiner großen Ostracoden-Monographie (53) angeschnitten. Obgleich G. W. Müller manche Sünden in der Terminologie begeht, da er die Retinazellen mit den Sehstäbchen verwechselt (pag. 160), sowie diese Zellen Rhabdomen nennt (Erklärung zur Fig. 39 der Tafel XL), finden wir doch in diesem Buche sehr wertvolle Hinweise auf einige außerordentliche Formen des unpaaren Auges. So finden wir bei Pontocypris (Taf. XL, Fig. 45) ungewöhnlich große mediane Augenbecher, welche bei Cylindroleberis oblonga sich zu besonderen sehr langen, stabförmigen Organen nervösen Ursprungs entwickeln (Taf. XL, Fig. 46 und 47).

Im folgenden Jahre 1895 erschien in den „Bulletins“ der Pariser zoologischen Gesellschaft eine kleine Schrift von Edgard Hérouard (54), welche die Frontalorgane der Cladoceren behandelt. Hérouard spricht die Meinung aus, daß die Frontalorgane der Cladoceren keine Sinnesorgane, sondern Drüsen seien. Er gründet diese Auffassung auf den Bau der Kerne und des Plasmas der Zellen des Frontalorganes, welche nach Hérouard denen der Speicheldrüsen ähnlich sind, und findet sogar besondere feinste Kanälchen, welche das Exkret dieser Drüsen nach außen führen. Die Notiz ist von keinen Abbildungen begleitet, weshalb man sich keine Vorstellung bilden kann, was Hérouard unter diesen feinsten Kanälchen versteht. Überhaupt macht diese kleine Arbeit einen sehr phantastischen Eindruck und scheint sehr oberflächlich geschrieben zu sein.

In einer im Jahre 1897 publizierten Abhandlung rein systematischen Charakters zeichnet G. O. Sars (55) viele neue Phyllopoden aus dem Norden von Ost-Sibirien, welche fast alle sehr gut ausgebildete unpaare Augen besitzen. Es sind nämlich neue oder seltene Formen von Lepidurus (Apus), Chirocephalus (Branchipus), Artemiopsis (n. g.), Branchiopsyllus (n. g.), Branchinecta, Polyartemia und eine Abart von Limnetis brachyura. Ich halte die Abbildung der Topographie der inneren Kopforgane von Limnetis (Taf. XXX, Fig. 7) für die beste von den bis jetzt publizierten, obgleich der Verfasser kein Wort über den inneren Bau von Limnetis sagt.

Die zuerst von Davenport (58), später von Yerkes (62) und Miß Towle (63) wiederholten alten Experimente von Lubbock und Paul Bert über den Phototropismus der Entomostraceen helfen uns fast gar nicht in der Lösung der Frage über die Funktion des unpaaren Auges. Doch finden wir auch hier einige sonderbare Fakta. So zeigt z. B. der Simocephalus vetulus, welcher die zwei Arten der Augen besitzt, eine klar ausgesprochene positive Photopathie (Yerkes 62, pag. 182) und liebt vorwiegend orange und gelbe Strahlen des Gaslichtspektrums, während hingegen die Cyclopiden zum Licht und dessen Variationen unempfindlich erscheinen. Die Cypridopsis (Miß Towle, 63, pag. 365) zeigen manchmal eine positive, manchmal eine negative Photopathie. Man kann daraus schließen, daß die mit großen zusammengesetzten Augen versehenen Tiere (Simocephalus) stärkere und konstantere Lichtempfindlichkeit besitzen als die dieser Augen entbehrenden Cyclops und Cypridopsis.

Aus dem im Jahre 1900 publizierten großen Cladocerenbuche von W. Lilljeborg, welches speziell der Systematik und der Faunistik der schwedischen Cladoceren gewidmet ist, können wir auch manche für unsere Ziele wertvolle Tatsachen schöpfen (64).

Wir finden bei Lilljeborg sehr viele Angaben über die Cladoceren, welche unpaare Augen besitzen oder deren entbehren. Wir sehen aus seinen Beschreibungen, daß diese Gebilde nur den Bosmiden gänzlich fehlen; was aber die anderen Familien anlangt, so findet man die unpaaren Augen bei den meisten Formen. Einige besitzen diese Augen nur in Frühlingsgenerationen (Hyalodaphnia, Leptodora), bei anderen Familien (Polyphemiden) findet man sie nur ausnahmsweise (Podon intermedius).

Eine für uns sehr wichtige Tatsache ist die Angabe Lilljeborg's, daß bei Evadne Nordmanni das berühmte „Anheftungsorgan", in welchem einige ältere Verfasser eine Art von Saugnapf gesehen haben, vielmehr ein Drüsenorgan sei (pag. 643) und dass dieses Gebilde „etwa über den Gehirnganglien und ziemlich weit von der hinteren Grenze der Kopfschale" liegt. Es ist höchst interessant, daß Lilljeborg schon vor ungefähr 50 Jahren das Anheftungsorgan als eine Drüse deutete; zu der Zeit, als so große Forscher, wie Rudolph Leuckart dieses Gebilde fehlerhafterweise dem Stiele der Lepadiden homologisierten. Wir finden viel Interessantes über die Deutung dieses Gebildes in einer der ersten Schriften von Claus (19), aus welcher ich die Ansichten von Lilljeborg vor fünfzig Jahren kennen lernte*).

Im Jahre 1902 erschien eine fleißige und genaue Arbeit über das Zentralnervensystem und die Frontalorgane der Phyllopoden von Spencer (65).

Spencer verfolgt die Entwicklung einzelner Gehirnpartien bei Estheria, Branchipus, Apus und Artemia; beim Studium dieser Abteilung seiner Abhandlung kommt man zu dem Schlusse, daß die das Medianauge innervierenden Nerven Derivate eines unpaaren, mittleren und zweier seitlichen, paarigen lateralen Gehirnlappen sind. Diese Lappen stammen aus den Auswüchsen des bei den Nauplien gut erkennbaren Procerebrum. Leider hat Spencer das weitere Schicksal dieses Gehirnteiles während der Nauplienmetamorphosen nicht verfolgt, weswegen uns der Bau des vorderen Gehirnteiles bei erwachsenen Phyllopoden noch nicht verständlich genug ist. Sehr interessante Resultate geben die Untersuchungen der Frontalorgane. Diese Organe hat Spencer besonders bei Artemia studiert.

Das Frontalorgan der Artemia hat dieselbe Lage und wird ganz ebenso innerviert, wie wir es durch Claus für Branchipus kennen (26 und 41). Sein Bau ist aber von dem, welchen Claus beschreibt, ganz verschieden. Hier muß man sich jedoch erinnern, daß Claus nur junge Branchipus untersuchte, Spencer dagegen hauptsächlich ältere Artemien studierte.

*) Die von Claus zitierte Schrift von W. Lilljeborg „De crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda Copepoda in Scania occurrentibus" war mir unzugänglich.

Statt einer immensen Hypodermiszelle, welche von Ganglienzellen umgeben und durch einen Frontalnerv innerviert wird, beschreibt Spencer zahlreiche Zellen, welche sich bis zur Chitinhautdecke erstrecken und die letztere mit ihren distalen, engen, rhabdomartige Stäbchen enthaltenden Rändern berühren (pag. 520, Taf. XXIX, Fig. 10 und 10a). Die distalen Enden der Zellen sind von großen Zellen, welche sich mit Farben sehr dunkel färben, umgeben; die sie bedeckende Hautdecke ist stark lichtbrechend und färbt sich mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin scharf dunkelblau. Vielleicht stammt sie nicht vom Chitin, sondern ist hypodermalen Ursprungs. Am hinteren Ende gehen diese sensitiven Zellen in eine Reihe Ganglienzellen über. Die letzteren umgeben den Frontalnerv und gehen nach hinten zu in die Gehirnmasse über.

Nach diesen Untersuchungen von Spencer finden wir in den Frontalorganen schon eine Art lichtempfindender Organe. Obgleich Spencer schreibt, daß diese Strukturen bei weitem nicht bei allen Individuen zu sehen sind, zeigt uns doch die letzte Tatsache, daß wir hier ein funktionierendes, wenn auch seine Funktion verlierendes Organ, vor uns haben.

Das so zu sagen diffus unter der ventralen Hautdecke des Kopfes zerstreute zweite Frontalorgan, welches aus den unter der Hypodermis liegenden Zellen besteht, untersucht Spencer auch. Er fügt dem, was Claus (48) über dieses Organ geschrieben hat, einige neue Details hinzu. So gibt er z. B. gute Beschreibungen und Abbildungen der sich in diesen Zellen befindenden rhabdomartigen Gebilde (pag. 520), welche er mit den von Purcell untersuchten Rhabdomen in den Augen der Phalangiden vergleicht. Auch erinnert uns Spencer an die von Patten vorgeschlagene Homologie zwischen diesen Organen bei den Crustaceen und dem medianen Nerven sowie der medianen Riechregion von Limulus. Spencer erwähnt auch der Parallelisation der Frontalorgane von Crustaceen mit den Leydig'schen lateralen Kopforganen bei Myriapoden*), wie es Heymons vorschlägt, und den Sinnesorganen der Anneliden, wie es Goodrich meint.

Das neueste Werk, in welchem man die Frage über das unpaare Auge und die Frontalorgane diskutiert, ist eine sehr fleißig und erfolgreich ausgeführte Arbeit von Cunnington über eine Daphnide — Simocephalus sima (66). Cunnington gibt eine sehr genaue Beschreibung nicht nur des medianen Auges, sondern auch seiner Beziehungen zu gewissen Gehirnregionen. Er beschreibt einen vom Pigment bedeckten Nerv, welcher aus dem präzentralen Neuropil entspringt; aus derselben Region stammen auch die großen Nerven des „Nackenorgans" (pag. 493 und 496). Das unpaare Auge scheint nach dem Typus des dreiteiligen Auges gebildet zu sein, obgleich das Objekt für solche Untersuchungen nicht günstig genug erscheint. Die lateralen Becher scheinen von zwei sehr feinen lateralen Nerven innerviert zu werden. Aus den vorderen, vor dem Auge liegenden Zellen scheinen verkümmerte Nerven zu den verkümmerten Frontalorganen auszutreten. Leider sind sowohl diese verkümmerten Nerven, als auch die verkümmerten Frontalorgane nicht ausführlich genug beschrieben und nicht abgebildet. Die bogenförmigen, lateralen, nach Samassa das Auge tragenden Nerven sieht Cunnington gar nicht und kann das von Samassa dargestellte Bild nicht erklären. Ich habe hier etwas höher eine Erklärung dieses Bildes vorgeschlagen (s. Seite 14).

Es wäre zu wünschen, daß die Untersuchung von Cunnington noch weiter ausgeführt worden wäre. Seine Beschreibungen und Abbildungen erklären die Frage über das Vorhandensein oder Fehlen der Frontalorgane bei Simocephalus nicht ausreichend. Es kann sein, daß die Frontalorgane hier gänzlich fehlen und daß vielleicht die Nackenorgane deren Funktionen erfüllen. Der Bau des „Nackenorgans", welches aus vielen der Hypodermis anliegenden Zellen besteht und die diese Zellen innervierenden Nervenverästelungen aufnimmt, erinnert auch einigermaßen an den Bau der Frontalorgane.

*) Die lateralen Kopforgane von Glomeris waren von Leydig schon im Jahre 1864 in seiner bekannten Schrift „Über den Bau des tierischen Körpers" beschrieben und abgebildet. Es ist für mich unerklärlich, wie die deutschen Verfasser diese schöne Entdeckung ihres berühmten Landmanns vergessen haben und dem Organe den Namen von Herrn Tömösvary, welcher sie 20 Jahre später beschrieb, gegeben haben.

Eigene Untersuchungen.

1. **Limnetis brachyura** Müll.

Obgleich die Kopfform von Limnetis mehrmals beschrieben worden ist, fange ich doch meine Beschreibung mit einer neuen Schilderung des inneren Baues dieses Körperteils der Limnetis an, weil die früheren Beschreibungen die Organtopographie des Kopfes ungenügend berücksichtigt haben.

Im Profil gesehen erinnert das vordere Ende des Kopfes an die Oberkiefer des Papageienschnabels (Fig. 1, rstr.). Die Seitenränder dieses Schnabels sind scharf abgegrenzt und ragen an den Seiten des Kopfes vor (pl.). Unter denselben sieht man jederseits noch zwei Falten — eine unter dem vorderen Teile des Schnabels (pl. $_1$), die andere unmittelbar hinter dessen hinterer Grenze (pl. $_2$). Die erste Chitinfalte bedeckt den zentralen Teil der vorderen Körperhälfte; dieser zentrale Teil verengt sich zu seiner unteren, ventralen Grenze, welche scharfkantig erscheint und hinten von dem großen, starken, vor dem Munde liegenden Rüssel begrenzt ist (rh.). Etwas vor dem Rüssel und ein wenig über demselben sitzen die zwei kleinen zweigliedrigen Fühler des ersten Paares (a_1); was die größeren Antennae secundae Paris betrifft, so sind dieselben mehr rückwärts, in der Nähe der hinteren Kopfgrenze befestigt, und auf unserer Fig. 1 sieht man nur deren starke Muskeln (m. a_2). Die dorsale Wandung des Kopfes, welche durch eine seichte Einkerbung vom Körper abgegrenzt ist, ist an ihrem vorderen resp. dorsalen Rande sehr scharfkantig, kielartig gestaltet. Ungefähr über den vorderen Fühlern (a_1) bemerkt man eine sanfte, oft schwer erkennbare Einsenkung der Chitinhülle; es ist die vordere Grenze des von Grube (16) und Grobben (36) beschriebenen Nackenorgans (eph.). Das Nackenorgan bildet eine Art von Ephippium, welches diesen Teil des dorsalen Randes des Kopfes eine kleine Strecke weit jederseits bedeckt.

Das Nackenorgan ist an seinem hinteren Rande scharf begrenzt. Diese hintere Ephippiumgrenze wird durch eine tiefe Spalte gebildet (Fig. 2, eph.). Diese Spalte ist ein Rest der von Grobben (36) und Claus (48) beschriebenen Einsenkung, welche die, die zusammengesetzten Augen umgebende Höhle bildet (Fig. 1, cm. oc.). Bei vielen Limnetis ist das Chitin, welches das Nackenorgan bedeckt, stärker als dasjenige der das Organ umgrenzenden Nacken- und Kopfregionen; manchmal ist es gelb oder selbst bräunlich gefärbt (Fig. 1). Die Oberfläche des Nackenorgans ist, wie es seinerzeit Grube (16) gezeigt hat, mit feinen Härchen bekleidet.

Die dem Nackenorgane rückwärts anliegende Kopfdecke geht direkt in die des Körpers über und zeigt keine speziellen Gebilde.

Wenn wir uns jetzt zur inneren Organisation des Kopfes wenden, so sehen wir erstens zwei große Darmdivertikel, welche aus der Hinterhauptshöhle eintreten (Fig. 1, d. i.) und an ihren vorderen Enden in große drüsige Auswüchse übergehen (gl. i.). Dieselben liegen sehr eng aneinander und füllen den größten Teil der unteren Hälfte der Kopfhöhle aus. Sie decken auch den unteren resp. hinteren Teil des supraoesophagealen Ganglions derart (s. sp.), daß man bei dem lebenden Tiere, sowie an Totalpräparaten nur den vorderen Teil dieses Gehirnganglions (g. sp.), die optischen Ganglien (g. opt.), sowie die Gehirnanschwellungen, aus welchen die Frontalnerven stammen, sieht (g. n. f.).

Außerdem sieht man im Kopfinneren viele Muskelbänder, sowohl zur Bewegung der Augen, als zur Bewegung der Antennen und einzelner Darmteile dienend, ebenso wie Augen und Frontalorgane, sowie deren Nerven.

Das große zusammengesetzte Auge (oc.), welches, wie bekannt, aus zwei Augen besteht (Fig. 3, Fig. 20) liegt in der schon erwähnten Augenkammer (Fig. 1, cm. oc.) und wird durch spezielle Muskeln, deren Beschreibung ich hier nicht gebe, bewegt. Etwas niedriger und vor demselben liegt das unpaare Auge (oc. im.), das auf einem speziellen Gehirnlappen, welcher von den Anschwellungen der Frontalnerven begrenzt ist, sitzt. Die lateralen Teile oder Becher dieses Auges sind durch feine und kurze Nerven mit den optischen Nerven des paarigen Auges verbunden (Fig. 3, n. l. o. im.). Die aus den von den Frontalnerven abgehenden Anschwellungen austretenden Nerven (Fig. 1, n. f.) verbreiten sich unmittelbar nach dem Verlassen des Gehirnes derart, daß sie die untere Fläche und die Seitenwand des medianen Augenbechers bekleiden, sowie auch die unteren Hälften der lateralen Wandungen der paarigen Seitenbecher (Fig. 1, n. f. [1], Fig. 3, n. f. [1]). Weiter erstrecken diese Nerven sich zum Frontalorgan nach oben und vorn (Fig. 1 und 2 f. o.). Sie laufen parallel und liegen so eng zusammen, daß es große Mühe kostet, sie von einander zu trennen, wie es auf der Figur 4 abgebildet ist.

Die Frontalorgane der Limnetis sind sehr mächtig entwickelt und erstrecken sich bis zur oberen scharfen Kante des dorsalen Kopfrandes. Bei manchen Individuen reichen sie hinterwärts bis zur Nackenorgangrenze (Fig. 2, f. o.), treten aber zu derselben in keine nähere Beziehung.

Nun komme ich zur speziellen Beschreibung der von mir untersuchten Organe der Limnetis, zu deren besserem Verständnis ich in den vorhergehenden Zeilen die Kopftopographie dargestellt habe.

Ich finde bei den früheren Verfassern keine genügenden Beschreibungen der Beziehungen zwischen den Frontalnerven, dem medianen Auge, sowie dem dasselbe tragenden Gehirnlappen und den dasselbe innervierenden Seitennerven und zwischen gewissen Gehirnregionen. Nur bei Cunnington (66) finden wir es ausgesprochen, daß der große mit Pigment bedeckte Nerv, welcher dem Gehirnlappen des medianen Auges entspricht, und die Nackenorgannerven aus dem präzentralen Neuropil ihren Ursprung nehmen. Cunnington hat seine Untersuchungen an Simocephalus sima, einer kleinen Daphnide, gemacht, welche aber, wie auch andere Cladoceren, eine gewisse Organisationsähnlichkeit mit den zweischaligen Limnetis, Limnadia und Estheria aufweist. Man konnte also hoffen, bei der Limnetis in dieser Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit den Cladoceren zu finden. Andererseits hatte für mich die Erforschung der Ursprungsstätte derjenigen Nervenfasern ein besonderes Interesse, welche, im medianen Gehirnlappen verlaufend, im medianen Auge endigen. Samassa beschreibt diesen Lappen als ein sonderbares Gehirndivertikel, welches nur aus Punktsubstanz besteht (49); obgleich Cunnington (66) eine bessere Schilderung dieses Lappens gibt, sagt er doch nicht entscheidend genug, ob das Auge durch ihn in seinem Medianbecher innerviert wird. So bleibt die Frage, ob der mediane Teil des unpaaren Auges funktionsfähig sei oder nicht, noch unentschieden. Einige Verfasser, z. B. Müller (53), sind sogar der Meinung, daß dieser Augenteil vielleicht eine andere Funktion, als die des Sehens, besitzt.

Meine Untersuchungen zeigen, daß das oben erwähnte Gehirndivertikel Nervenfasern vom medianen Teile des unpaaren Auges zu einer gewissen, präzentral liegenden Zellmasse führt, daß es also, wie auch der mediane Augenbecher, funktionsfähig ist, was aber schon a priori zu erwarten war, weil die Punktsubstanz nichts anderes, als feinste Nervenfasern darstellt.

Bei der Limnetis ist dieser Gehirnlappen folgendermaßen gebildet. Wenn wir das Gehirnganglion herauspräparieren und es von unten betrachten, so sehen wir das folgende Bild (Fig. 4). Vom vorderen Rande des Ganglions richtet sich zum Auge ein durchsichtiger, bei schwachen Vergrößerungen feinfaserig, fast homogen gebauter Strang (n. o. im.): das ist der Gehirnlappen der Autoren. Er geht unmerklich in die Augensubstanz über, ist aber an seinem hinteren, dem Gehirne angrenzenden Ende durch zwei große Zellmassen (c. n. f.) scharf abgegrenzt. Diese Zellmassen, welche den Gehirnanschwellungen am Anfange der Frontalnerven entsprechen, geben Nervenfasern zu diesen Nerven ab (Fig. 5, n. f.) und können als Frontalnervenganglien angesehen werden; sie nehmen keinen Anteil an der Versorgung des medianen Bechers oder des unpaaren Gehirnlappens mit Nervenfasern.

Die den Gehirnlappen füllende Punktsubstanzmasse, in welcher man bei stärkeren Vergrößerungen auch gröbere Fasern unterscheiden kann, drängt sich zwischen den Zellen der Frontalnervenganglien in das Innere des Gehirnganglions hinein und erscheint dort als ein von außen gut bemerkbarer Punktsubstanzfleck; er ist seitwärts und hinten von sich in vielen Direktionen durchkreuzenden Nervenbündeln begrenzt (Fig. 4).

Wir wollen nun durch das Gehirnganglion und seinen unpaaren medianen Lappen einen etwas schiefen Querschnitt hindurchführen, so daß dieser Schnitt samt der Hauptmasse des Gehirnganglions auch die Sehganglien der zusammengesetzten Augen, die proximalen Enden der Frontalorganganglien und den inneren Teil des medianen Lappens durchschneidet (Fig. 6). Auf solch einem Schnitte sehen wir, daß die innere Punktsubstanzmasse, welche die Fortsetzung des medianen Lappens ins Innere darstellt, an ihrem Grundlager in besondere sehr sparsam verstreute präzentral liegende Nervenzellen übergeht (c. n. o. im.).

Noch besser sehen wir diesen Zellhaufen, wenn wir einen noch tieferen, zu den Sehganglien und den Sehorganen parallel geführten Schnitt betrachten (Fig. 7). Auf demselben unterscheiden wir eine kleine schon ganz zentralwärts abgerückte Zellgruppe, welche vorne von den Zellen der Frontalnervenganglien, seit- und hinterwärts von den Zellen der Sehganglien und Fühlerganglien abgegrenzt ist (c. n. o. im.).

Wir finden dieselben sparsam vorhandenen Zellen beim Studieren eines Längschnittes durch das mediane Auge und den unpaaren Gehirndivertikel (Fig. 8), auch auf einem Frontalschnitte, welcher durch diesen Gehirnlappen und das Gehirnganglion geführt ist (Fig. 9, c. n. o. im.).

Also sehen wir, daß bei Limnetis brachyura der das unpaare Auge tragende Gehirndivertikel oder Gehirnlappen kein vollständig rückgebildetes Organ darstellt, daß er Nervenfasern trägt, welche ihren Ursprung aus bestimmten, zwar nicht zahlreichen, aber doch zu einer besonderen Zellengruppe sich sammelnden Zellen nehmen.

Bei den bisher beschriebenen Formen werden die seitlichen Augenbecher durch besondere Nerven, welche aus der Nachbarschaft der Frontalnerven stammen, innerviert. Dasselbe galt auch für Limnetis, obgleich ich nirgends nicht nur eine genaue Beschreibung des Abtretens des lateralen Augennervs aus dem Gehirnganglion, sondern auch Angaben über das Eintreten dieser Nerven in die lateralen Augenbecher finden konnte. Ebenso fehlten die Abbildungen gänzlich. Einige Verfasser sagten, immer aber nicht klar genug, daß die lateralen Augen der Limnetis und der Cladoceren durch die Frontalnerven innerviert werden. Diesen Anschauungen nach laufen diese Nerven dem Auge entlang und senden einzelne Fasern zu den lateralen Augenbechern. Da ich aber auch bei diesen Verfassern keine genügend genauen Beschreibungen und Abbildungen finde, so glaube ich, daß sie ihre Untersuchungen, welche sie an Cladoceren und Branchipus oder Artemia gemacht haben, auf Limnetis übertragen.

So schreibt z. B. Claus (48, pag. 17—18, resp. 241—242), daß man die Frontalnerven „zur Oberfläche der Seitenbecher emporsteigen und in die Retinazellen einstrahlen“ sieht und verweist den Leser auf seine Abbildungen 12—19. Man sieht aber auf diesen Abbildungen nur das „Emporsteigen der Nerven zu den Seitenbechern“, aber kein „Eindringen in die Retinazellen“.

Ich konnte auch keine gerade, unmittelbare Verbindung der Frontalnerven mit den Seitenbechern beobachten und komme zu dem Schlusse, daß die Frontalnerven hier nur das Frontalorgan innervieren. Woher stammen also die die Retinazellen dieser Becher innervierenden Nervenfasern?

Wenn man durch den Kopf von Limnetis einen Schnitt derart hindurchführt, daß er die Sehganglien der zusammengesetzten Augen dicht an ihrer Grenze mit dem Sehganglion durchschneidet, so sieht man klar genug kurze und nicht zu starke Nerven, welche von den Sehnervenwurzeln zu den Seitenbechern führen (Fig. 10). Unter den zahlreichen Zellen, welche das Sehganglion bilden und die Wurzel der Sehnerven begrenzen (c. n. op.), kann man einige unterscheiden, welche die von ihnen abstammende Faser nicht dorsalwärts, in der Richtung des großen zusammengesetzten Auges, sondern vorwärts, zum unpaaren Augenbecher, entsenden (c. n. l. o. im). Die von dem Sehganglion stammenden und die lateralen Becher versorgenden Nerven werden von einem Neurilemm bekleidet und das letztere

geht einerseits unmittelbar in das Neurilemm der Sehnerven, andererseits in die die Seitenbecher bekleidende äußere Haut über (Fig. 10, nrl.). Die Nervenzellen, welche diesen Nerven den Ursprung geben, sind derart von zahlreichen Sehganglienzellen umgeben, daß man ihre Beziehungen zu den tiefer liegenden Gehirnregionen nicht erkennen kann. Durch Vergleiche mit anderen Entomostraceen aber kann man dahin geführt werden, zu glauben, daß sie in einer mehr zentralen Gehirnregion entstehen, und daß ihre Verbindung mit den Zellen der Sehganglien eine sekundäre Erscheinung ist. Jedenfalls müssen die Nerven der Seitenbecher als paarige Nerven des Medianauges angesehen werden, wie wir solche durch frühere Verfasser für Branchipus und Artemia kennen (65). Die äußere Form des unpaaren Auges ist schon zu genau bekannt, um es der Mühe wert scheinen zu lassen, es von neuem detailliert zu beschreiben. Wenn wir das Auge von vorne betrachten (Fig. 11), dann sehen wir den zentralen, von vier großen Zellen ausgefüllten Becher, und die zwei, zahlreichere Retinazellen tragenden Seitenbecher. Am besten sieht man die äußere Form, wenn man das herauspräparierte Auge mit Haemalaun oder Boraxcarmin tingiert und es bei schwachen oder mittelstarken Vergrößerungen bei möglichst eng geschlossenem Irisdiaphragma betrachtet. Man unterscheidet dann sehr gut die Beziehungen zwischen den Retinazellen (rt.), dem Pigmente (pgm.) und dem Tapetum (tpt.). Man sieht die aus den bindegewebigen, das Tapetum und das Pigment einschließenden Bechern herausragenden Retinazellen, welche ganz durchsichtig erscheinen und in denen man sehr gut die Kerne unterscheidet. Die Kerne schließen gewöhnlich zwei Nucleoli ein, welche man nur an den unzerstörten Zellen gut sieht; an Schnitten traf ich immer nur ein Kernkörperchen. Bei äußerer Betrachtung sieht man gar keine Spuren des das Auge bedeckenden Häutchens, weshalb viele frühere Verfasser es übersehen haben.

Das Bindegewebegerüst, welches Pigment und Tapetum einschließt, wird, wie es Claus bei Branchipus und Artemia gezeigt hat, von wenigen großen Zellen gebildet (41). Man findet die Spuren des Zellbaues dieses Gerüstes bei Limnetis nur mit größter Mühe. Das Bindegewebe ist so von Pigment und Tapetumsubstanz durchdrungen, daß man nur selten zwischen diesen Partikeln einen Kern sieht. Am besten sieht man den Kern an feinsten, circa 2 μ dicken Schnitten (Fig. 12, nc.), welche mit Ehrlich-Biondi-Heidenhain's Dreifarbenmischung gefärbt sind. Auch die durch Salpetersäure vom Pigment befreiten Präparate gaben ungünstige Resultate, weil die Tapetummasse auch durch Salpetersäure nicht entfernt werden kann. Einige mikrochemische Reaktionen, die aber ungenügend sein dürften, sowie die Murexidreaktion, die Reaktion mit Kali- oder Natrium-Lauge, erlauben mir anzunehmen, daß wir im Tapetum Guanin- und Harnsäureverbindungen haben. Aber die Reaktionen waren so unsicher, daß ich nicht wage zu behaupten, daß diese Verbindungen sich im Tapetum wirklich finden. Das Vorhandensein dieser Stoffe im Tapetum wäre allerdings besonders hier zu erwarten, weil schon Leydig (12, 46) die Ähnlichkeit des Tapetumstoffes mit Guanin und silberglänzendem Pigment der Fischschuppen erkannt hat. Was den Bau der Pigmentpartikel anlangt, so stellen sich dieselben selbst bei stärkster Vergrößerung als kleinste Körnchen dar, welche in reflektiertem Licht weiß, selbst silberglänzend erscheinen, besonders wenn sie auf dem schwarzen Pigmentfond liegen, bei durchfallendem Lichte aber hell gelbbräunlich gefärbt aussehen.

Die sich in der Salpetersäure lösenden Pigmentpartikel zeigen eine scharf ausgesprochene sphärische Form. Sie sind noch groß genug, um mit dem Mikrometer gemessen zu werden und ihre Konturen können bei stärksten Vergrößerungen mit Abbe's Zeichenapparat abgebildet werden (Fig. 12, pg.).

Die Stäbchen der Retinazellen sind von Claus hinreichend beschrieben worden. Der berühmte Forscher hat sie aber bei Limnetis gar nicht abgebildet. Dies erklärt sich jedoch leicht, wenn man ganze Serien der durch das Medianauge der Limnetis durchgeführten Schnitte studiert. Dann bemerkt man, daß die Stäbchen meistenteils gar nicht zu sehen sind, weil sie im Tapetum liegen und von dessen undurchsichtiger Körnchenschicht bedeckt sind. Überhaupt schreibt schon Claus, daß er „cuticulare Stäbchen von Stiftform“ „nicht nachweisen“ konnte, daß er aber „dagegen unmittelbar an der Grenze des gelben Tapetums und der Retinazellen in der letzteren mattglänzende Körperchen von geringer Größe“ beobachtete (48, pag. 18, resp. 242). Und wirklich sieht man manchmal diese Stäbchen in einem Schnitte gar nicht (Fig. 12), während man an anderen Serien dieselben fast auf jedem Schnitte und in großen

Mengen findet (Fig. 8, 10, 13 und 14). Meistenteils haben diese Stäbchen konische Form (Fig. 8 und 10 rb.), oft aber nehmen sie cylindrische Formen an (Fig. 13 rb.). An frisch ausgeschnittenen Augen haben sie manchmal eine gelbliche Farbe, welche etwas an die Farbe der Fetttropfen erinnert, was wahrscheinlich die Ursache des Fehlers von Leydig war, der sie bei Argulus als Fetttropfen beschrieben hat (46); dieselbe Farbe behalten sie auch an ungefärbten Schnitten. Die Stäbchen färben sich sehr gut mit allerlei Tinktionsmitteln und treten sehr scharf auf dem Retinazellen-Protoplasma hervor. Doch behalten sie auch nach dem Färben einen ziemlich gut ausgesprochenen gelblichen Charakter. An frischen Präparaten oder ungefärbten Schnitten sieht man auch die von Claus bei Estheria und Cirripedienlarven so gut abgebildeten scharf ausgesprochenen inneren Konturen der Stäbchenwandungen (Claus 48, Taf. II, Fig. 3, 8a, Taf. III, Fig. 12c.). Nach dem Färben aber sind diese scharf konturierten Wände — sowie die von ihnen nach innen abgegrenzte, stärker lichtbrechende innere Schicht der Stäbchen — nicht mehr zu sehen.

Die Stäbchen liegen meistenteils an den vorderen und hinteren Seiten des inneren Endes der Retinazellen in den lateralen, paarigen Bechern oder an der rechten und linken Seite des vorderen Endes in den Retinazellen des unpaaren, zentralen Bechers. Manchmal und sogar ziemlich oft bemerkt man aber diese Stäbchen auch in der Mitte der Retinazellen. In einigen Fällen konnte man solch eine Lage von Stäbchen dadurch erklären, daß sie einer Nachbarzelle angehören und mittels eines kleinen Protoplasmarestes der untersuchten Zelle anhaften, in anderen Fällen war es aber sicher, daß die Stäbchen in der Zelle eine zentrale Lage behalten. Die Zahl der Stäbchen in einer Zelle ist meistenteils zwei, ich sah aber deren oft drei, vier, selbst ausnahmsweise fünf (Fig. 10).

Der bei Estheria so gut ausgesprochene und auch bei Limnetis von Claus beschriebene faserige Bau der Retinazellen ist bei den von mir untersuchten Limnetis nicht deutlich. Ich glaube Recht zu haben, wenn ich behaupte, daß es bei Limnetis wirklich so ist, weil ich die Objekte frisch, sowie in verschieden fixierenden und konservierenden Flüssigkeiten beobachtete.

Wenn wir z. B. einen sehr feinen Schnitt der Retinazelle, welche mit Sublimat fixiert und mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin tingiert worden ist, betrachten, so sehen wir, daß hier die Protoplasmakörnchen sich derart gruppieren, daß man von einem faserigen Bau gar nichts bemerkt: vielmehr ist die Struktur eine ganz wabige (Fig. 13), gleich dem, was Purcell über die Phalangidenaugen mitteilt. Auch an sehr gut konservierten, mit den Flüssigkeiten von Apathy, Schaudinn und Kleinenberg fixierten Objekten bemerkt man den Faserbau gar nicht (Fig. 10) und nur an den, mit der Flüssigkeit von Flemming fixierten Präparaten bemerkt man bei Limnetis einzelne Streifen, welche uns an diesen faserigen Bau erinnern.

Die Kerne der Retinazellen sind sehr groß und färben sich sehr schön mit verschiedenen Tinktionsmitteln. Besonders schön gelingt das Färben mit Hämalaun und verschiedenen anderen Hämatoxylinpräparaten.

Bei schwächeren Vergrößerungen sieht man im Innern des Kernes nur den Nucleolus (Fig. 10), wenn man aber stärkere Vergrößerungen nimmt, so sieht man ein netzförmiges Liniengerüst mit scharf ausgesprochenen Chromatinknötchen (Fig. 13 und 14).

Die hinteren, proximalen Enden der Retinazellen des medianen Bechers, sowie die äußeren Enden der Retinazellen der lateralen Becher verengern sich an der Eintrittstelle der Nervenfasern (Fig. 13 und 14). Man sieht bei stärkeren Vergrößerungen an den mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten, wie die sich stark färbenden Fasern in die Zellen eintreten und sich dort zu sehr scharf hervortretenden Strängchen verlängern (Fig. 13, n. fb.). Man verfolgt diese Strängchen sehr bequem bis zur Mitte der Höhe der Zelle, und auch weiter sieht man, wie das Strängchen in einzelne, zu einer Längsreihe angeordnete, Teilchen zerfällt. Anfangs widmete ich diesen Strängchen keine besondere Aufmerksamkeit, da ich sie aber bei Apus, Branchipus und Diaptomus bemerkt habe, so glaube ich hier das Eindringen der Nervenfaser in eine sensitive Zelle des Auges zu sehen. Diese Bilder treten viel schärfer in dem lateralen Becher hervor, als im medianen.

Das dünne Häutchen, welches die Retinazellen an ihren äußeren Seiten bekleidet, geht einerseits in das Neurilemm der Nerven über, andererseits setzt es sich in das die Pigmentkörnchen und das Tapetum einschließende Bindegewebe fort (Fig. 5, 10, 13, 14, nrl.). Das Bindegewebe zeigt eine den Arthropoden gemeinsame Struktur. Es besteht aus dünnen, langen Fasern, welche aus kleinen multipolaren Zellen austreten (Fig. 13 cjt.). Die Bindegewebszellen schließen nicht zu große, ovale Kerne ein; diese Kerne färben sich sehr intensiv und sind ihrer Farbe und ihrer Form nach leicht selbst zwischen den sich in den Ganglien massenhaft anhäufenden Nervenzellkernen zu erkennen.

Das Frontalorgan der Limnetis ist im Vergleiche zu den Frontalorganen anderer Branchiopoden mächtig und eigentümlich entwickelt.

Obgleich dieses Gebilde bei Limnetis schon auf den ersten Blick ins Auge fällt, finde ich bis jetzt keine genügende Beschreibung desselben. Gute und detaillierte Abbildungen dieses Organes aber geben uns nur zwei Verfasser — Grube 1853 (16) und G. O. Sars 1897 (55). Beide Forscher begnügen sich aber entweder mit einer oberflächlichen Beschreibung (Grube) oder nur mit der Abbildung ohne jede Beschreibung (Sars).

Die Frontalorgane sind, wie man schon längst weiß, durch spezielle Nerven mit dem Gehirnganglion verbunden. Diese mächtigen Nerven stammen aus speziellen Gehirnanschwellungen oder Ganglien. Diese Ganglien liegen, wie man auf den Figuren 3 und 4 sieht, in unmittelbarer Nachbarschaft der Ganglien der großen Antennen (Fig. 3 und 4 g. n. f. und g. n. a_2). Sie senden auch die Nerven zu den kleinen Antennen des ersten Paares aus (Fig. 3, n. a_1). Die Ganglienzellen bekleiden so gut die innere, als die äußere Seite der Nervenwurzeln. Die Zellen der äußeren Seite stehen auch mit den Nerven des ersten Paares in Verbindung, die der inneren Seite versorgen ausschließlich den Frontalnerv. Es ist mir nicht gelungen, einen Zusammenhang zwischen den im Ganglion opticum der zusammengesetzten Augen liegenden und die lateralen Becher versorgenden Nervenzellen (Fig. 10) und den Frontalnervenganglien zu finden. Da man aber bei den Branchiopoden, deren Frontalnerven, Sehnerven und feine Nerven der lateralen Becher des unpaaren Auges separat austreten, einen gewissen Zusammenhang zwischen den Frontalnervenganglien und den, die Nerven der lateralen Becher innervierenden Zellen sieht, so komme ich zum Schlusse, daß auch hier ein solcher Zusammenhang existieren dürfte.

Einige der das Frontalorganganglion bildenden Zellen sind größer, als die meisten übrigen Ganglienzellen (Fig. 5); ich konnte aber ihre Verbindung mit stärkeren Nervenfasern oder speziellen Gebilden nicht bestätigen.

Die Frontalnerven laufen parallel der Längsaxe des unpaaren Auges, dicht in der Nähe desselben. In seiner Nachbarschaft werden sie, wie es schon Claus gezeigt hat (48), flach und durchsichtig und bedecken die Seitenflächen der lateralen Becher, sowie auch die des medianen (Fig. 3, Fig. 4 an der rechten Seite der Figur). Später wechseln diese Nerven ihre Direktion und biegen etwas nach oben ab (Fig. 1).

Die zwei großen vorderen Zellen des medianen Augenbechers liegen mit ihren unteren und seitlichen Flächen diesen Nerven an. Man sieht dies am besten, wenn man einen Schnitt derart führt, daß er die Frontalnerven ihrer Länge nach durchschneidet und auf den Nerven kleine Überbleibsel der Becherzellen läßt (Fig. 15).

Frühere Verfasser, selbst neuerer Zeit, sahen diese Retinazellen des medianen Augenschnittes als solche Zellen an, welche als Ganglienzellen den Frontalnerven den Ursprung geben. Es ist aber sehr schwer, die wahren Beziehungen zwischen diesen Zellen und den Frontalnerven zu erkennen und man versteht sie nur nach längeren Studien und an besonders günstigen Objekten. Das Anfertigen eines Präparats, auf dem man diese Verhältnisse so gut sieht, wie es auf der Fig. 4 abgebildet ist, fordert viel Geduld und Mühe. An Schnitten aber erkennt man es leichter.

An ihren Spitzen gehen die Frontalnerven unmittelbar in die riesigen Frontalorganzellen über (Fig. 1, 2, 16, f. o.). Jedes der beiden Frontalorgane besitzt nur eine dieser Riesenzellen, welche von einigen kleineren Zellen begleitet ist (Fig. 16, c. acc.). Die kleineren Zellen sind wahrscheinlich den den Frontalnerv umgebenden Ganglienzellen homolog, was die Riesenzellen betrifft, so glaube ich, daß sie den großen zentralen Hypodermiszellen der Larven von Branchipus und Apus (Claus 26, 41) entsprechen.

Man erkennt die kleineren Zellen des Frontalorganes nur im Profil klar genug, wenn sie aber über den Riesenzellen liegen oder von denselben bedeckt sind, dann sieht man nur ihre Kerne, kann aber die Zellengrenzen nicht unterscheiden. Die Unabhängigkeit der kleineren Ganglienzellen von den Riesenzellen oder deren Auswüchsen und Verästelungen erkennt man auch gut an Längs- oder Querschnitten durch diesen Kopfteil (Fig. 17, c. acc.).

Der Bau dieser Riesenzellen ist so verschieden von dem, was wir durch Spencer (65) für Artemia, durch Claus (26, 41) für Branchipus und Apus und durch Leydig (21) für die Cladoceren hierüber wissen, daß ich hier eine nähere Beschreibung desselben anfüge.

Die Frontalnerven also gehen unmittelbar in diese Zellen über (Fig. 16). Die Zelle selbst wird von den Fasern des in sie eintretenden Nerven, sowie von den nach vorn von und über ihr entspringenden Verzweigungen, in allen Richtungen durchkreuzt (Fig. 16 n. f. und rm. c.). Die großen Zellkerne, welche im Vergleiche mit den Kernen der kleineren Zellen des Organes als wahre Riesen erscheinen, hindern uns zu beobachten, ob die Fasern des Frontalnerven in die Faser der Zellramifikationen direkt übergehen oder im Zentrum der Zelle, welches von dem Riesenkerne erfüllt ist, endigen. Es scheint mir aber, daß ich an gewissen Präparaten, besonders wenn dieselben vom Osmium der Flemming'schen Flüssigkeit genügend gebräunt oder mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin sehr stark tingiert waren, beobachten konnte, wie die aus dem Nerven in das Innere der Riesenzelle eingetretenen Fibrillen in die Fibrillen der Zellverzweigungen übergingen. Diese Übergänge sah ich aber immer an peripherischen Teilen der Zellen, deren Inneres da, wo der Riesenkern es nicht gänzlich erfüllte, aus heller, feinkörniger Substanz bestand.

Das Schema dieser Zelle ist, wie wir sehen, dem Schema einer Nervenzelle eines Wirbeltieres, wie z. B. der Rückenmarkzelle des Ochsen ähnlich, aber, wie ich schon früher geäußert habe, wir dürfen diese Zellen ihrer Lage und vielleicht auch ihrer Entstehung nach nicht mit den Ganglienzellen der Frontalorgane anderer Phyllopoden vergleichen, sondern mit den großen Hypodermiszellen dieser Entomostraceen.

Ich habe mir viel Mühe gegeben, um die peripherischen Teile dieser Zellen möglichst genau zu untersuchen. Niemals, sowohl an feinsten Schnitten, als an Zerzupfungspräparaten, weder bei Untersuchung frisch gefangener Tiere, noch beim Beobachten der verschiedenartig fixierten und konservierten Tiere, konnte ich eine Spur des Übergangs dieser sonderbaren Ramifikationen in irgend welche anderen Elemente beobachten. Diese Verzweigungen zerfallen an der Kopfperipherie in kleinste kurze Ästchen (Fig. 18), welche, ebenso wie einige gröbere Zweige, die auch die Peripherie des Kopfes berühren (Fig. 17), dicht und unmittelbar unter dem Chitin endigen.

Alle diese Ramifikationen, Äste und Ästchen bestehen aus Fasern. Die feinsten Fäserchen sind an der Peripherie der Endästchen lose mit einander verbunden. Auf diese Art entsteht eine lockere maschige Substanz, welche diese peripherischen Ästchen bildet (Fig. 17 und 18, rm. e. p.). Die einzelnen peripherischen Ästchen werden meistenteils von kleineren Hypodermiszellen umgeben (Fig. 17 und 18 hp.). Manchmal findet man zwischen gröberen Ramifikationen größere Zellen (Fig. 18, c. $acc._1$); wahrscheinlich entsprechen sie den mehr zur Peripherie hinaufgerückten Ganglienzellen anderer Branchiopoden.

Die Zellramifikationen und deren Ästchen berühren die Chitindecke unmittelbar; kein anderes Element scheidet sie von dieser Hautdecke.

Dieses unmittelbar unter der Chitindecke liegende, in winzig feine Fäserchen zerfallende Gebilde erinnert so stark an die Anheftungsweise der Muskeln gewisser Myriapoden (Glomeris), Spinnen (Phalangidae) und Insektenlarven, daß man es bei oberflächlicher Beobachtung sogar für Muskeln halten könnte. Nach eingehenderem Studium, nach der Vergleichung dieser Auswüchse mit dem, was wir über andere Frontalorgane der Branchiopoden wissen, nach Erforschung der Struktur und des Zusammenhanges der Ramifikationen mit den Riesenzellen des Organes, läßt man jeden kleinsten Zweifel an deren Nervennatur fallen.

Ich konnte leider keine eingehenderen Prüfungen der Nervennatur dieser Organe bei Limnetis mit Hilfe der Ehrlich'schen physiologischen Färbung mit Methylenblau oder der Golgi'schen

Versilberungsmethoden durchführen; mir fehlten nötige Reagentien während meines Aufenthaltes außer der Stadt, während dessen ich Gelegenheit hatte, die Limnetis lebend zu beobachten. Doch gab mir die Anwendung dieser Methoden zur Untersuchung derselben Organe bei Cladoceren, wo sie denen von Limnetis sehr ähnlich erscheinen, die besten Resultate und setzt es außer Zweifel, daß sie nervöser Natur sind, welche Zweifel z. B. noch vor sieben Jahren Hérouard äußerte (54).

Wir sehen also ganz eigentümliche Nervenorgane und Nervenendigungen vor uns, welche ihrer sonderbaren Struktur wegen uns nicht erlauben, etwas Definitives über die Funktion dieser Organe auszusprechen. Wir können diese Zellen nicht mit denen, welche Spencer (65) bei erwachsenen Artemia beschrieben hat, vergleichen. Bei diesem Tiere haben wir zahlreiche Zellen, welche bis zur Chitindecke steigen und an ihren distalen Enden kleine cuticulare, den Sehstäbchen ähnliche Stäbchen einschließen. Diese Zellen entsprechen viel mehr den die großen Hypodermiszellen umgebenden terminalen Zellen des den Frontalnerv begleitenden Ganglienzellenkomplexes.

Obgleich wir über die Entwicklung der riesigen Zellen des Frontalorganes von Limnetis so viel wie gar nichts wissen, wage ich doch die Meinung auszusprechen, daß sie von den an der Spitze des Frontalnerven sitzenden großen einzelnen Hypodermiszellen abstammen. Ich komme aus folgenden Gründen zu diesem Schlusse: 1) Die Zellen berühren das Chitin unmittelbar, wie es die Hypodermiszellen tun; 2) sie besitzen keine Einschlüsse, welche ihre spezielle sensitive Funktion andeuten könnten; 3) sie gehen direkt in den Frontalnerv über, welcher unmittelbar unter ihnen liegt; 4) sie sind ebenso wie die großen Hypodermiszellen der Frontalorgane der Branchipuslarven von kleineren Zellen umgeben.

Es ist unmöglich, daß solche mächtigen Gebilde, welche von so starken Nerven innerviert werden, mit denen sie in so enger Verbindung stehen, keine für den Organismus wichtigen Funktionen leisten. Was dieses aber für Funktionen sind, läßt sich noch nicht erklären.

Vielleicht helfen diese Organe dem Tiere, welches beim Schwimmen die Bauchseite nach oben kehrt, während der Bewegung sein Gleichgewicht zu regulieren, vielleicht fühlen sie mittelst dieser Organe die kleinsten Temperaturschwankungen, weil man sie bei sehr schwachen Erniedrigungen der Temperatur sich schließen und auf den Teich- oder Pfützengrund fallen sieht; es kann auch sein, daß diese Organe zur Perzeption bestimmter Sättigungsgrade des Wassers mit verschiedenen Salzen dienen, was beim Austrocknen der Pfützen nützlich sein würde. Man kann über die Funktion und den Gebrauch der Frontalorgane bei Limnetis viele Ansichten und Behauptungen aussprechen, doch bleiben diese Behauptungen nichts anderes als Behauptungen, denn die vorhandenen Fakta geben noch keine Anhaltspunkte für sichere Erklärungen der Funktionen der Organe ab.

Das Nackenorgan befindet sich, wie wir schon früher gesehen haben, rückwärts vom Frontalorgan (Fig. 1 und 2 eph.). Es ist von stärkerem Chitin bekleidet und trägt an seiner Oberfläche viele kleine Härchen (Fig. 2, pil.). Diese Härchen, deren Spitzen sehr fein, ungefärbt und etwas wellig gekrümmt erscheinen, sitzen auf kleinen knopfartigen Auswüchsen der Chitindecke (Fig. 19 und 20 pil.). Diese Chitinpapillen sind an ihren Gipfeln trichterförmig eingesenkt, und am Boden dieser kraterförmigen Vertiefungen befestigen sich die proximalen Enden der Härchen.

Diese Härchen erinnern ihrer Struktur nach sehr an die Härchen, welche die eiertragenden Füßchen bedecken. An den Spitzen der letzteren Härchen konnte ich sehr deutlich Öffnungen beobachten, aus welchen eine wie Spinnenfäden rinnende Flüssigkeit ausfließt; sie dient zum Ankleben der Eier an die Füßchen und aneinander. Leider konnte ich solche Öffnungen an den Spitzen der Nackenorganhärchen nicht entdecken, obgleich ich diese mit Hilfe stärkster Vergrößerungen (Zeiß's Apochromat, 2 mm., Apert. 1,40, Compensationsocular 12) studierte. Es kann aber sein, daß die Öffnungen nur während des Ausfließens des Drüsensekrets zu sehen sind, wie ich es bei Glomeris an den lateralen Kopforganen gesehen habe (61).

Wenn wir den inneren Bau des Nackenorgans betrachten, so sehen wir bei mittleren Vergrößerungen jederseits zwei Faserbündel, welche aus der Kopftiefe zur Kopfoberfläche garbenförmig aufsteigen (Fig. 2, m. eph.). Auch sieht man in der Tiefe des Nackenorgans Umrisse zahlreicher drüsiger Zellen (Fig. 2, c. gld.). Man sieht noch, daß von der vorderen Wand der das Nackenorgan von hinten

begrenzenden Einkerbung oder Falte in der Richtung der garbenförmigen Muskeln eine Art Scheidewand entspringt (Fig. 2, dph. ep.). Diese Wandung ist ein Teil einer speziellen Tasche, welche unter dem Nackenorgane hängt, die es bildenden drüsigen Zellen einschließt und bis zum hinteren Ende des Frontalorgans reicht.

Man erkennt diese Tasche und ihren Bau besonders gut an Querschnitten, welche man durch den Kopfteil der Limnetis führt.

Wenn man einen solchen Querschnitt studiert (Fig. 20), so sieht man, daß diese Tasche aus zwei symmetrischen Hälften besteht. Diese beiden Hälften sind durch eine Längsscheidewand von einander abgetrennt (Fig. 20, d. b. c.). Die Längsscheidewand besteht aus Bindegewebe und hängt vom scharfen oberen, dorsalen Kopfrand einwärts hinab. Das obere Ende der Scheidewand steht im unmittelbaren Zusammenhange mit einem Gewebegewirre, welches den engen, scharfen Rückenkiel des Tieres ausfüllt (Fig. 20 car.). Das Gewebegewirr geht einerseits in die aus distinkten Zellen gebildete Hypodermis (hp.) über, andererseits steht es auch im Zusammenhange mit den den oberen Teil der Tasche ausfüllenden Zellen des lockeren Bindegewebes (cjt.).

Unten geht die Taschenscheidewand in die unteren ventralen Wandungen der Tasche über. Dieselben hängen noch etwas tiefer in die Kopfhöhle hinein, steigen aber schnell wieder nach oben, um die Seitenwände der Tasche zu bilden (c. b. e.) Die obere Hälfte der lateralen Taschenwand, sowie die dorsale Wandung derselben werden direkt von den Körperdecken gebildet.

Die garbenförmigen Muskeln sind an der Längsscheidewand befestigt. An Querschnitten bilden sie jederseits hübsche fächerförmige Figuren (Fig. 20, m. eph.). Sie befestigen sich an die Scheidewand mittelst bindegewebiger Fasern, welche stellenweise in gut ausgesprochen multipolare, typische Kerne besitzende Bindegewebszellen (c. cjt.) übergehen. Stellenweise beobachtet man auch einzelne Fasern, welche diese Muskelkomplexe mit der die Augenkammer umgrenzenden Wand (cm. oc.) verbinden.

Die Kontraktion dieser fächerförmig, resp. garbenförmig gruppierten Muskelfasern verengt die Taschenhöhle, deren untere Wandungen auf die die Tasche erfüllenden Gruppen der drüsigen Zellen drücken und auf diese Art das von ihnen ausgeschiedene Sekret aus denselben ausfließen lassen.

Die drüsigen Zellgruppen bestehen aus ziemlich großen Zellen (Fig. 19 und 20, c. gld.). Die einzelnen Zellen münden in die Härchen des Nackenorgans ein (pil.). Die Zellkerne sind groß und werden von verschiedenen Farben gut tingiert; noch schärfer werden die Nucleoli gefärbt. Man erkennt bei stärkeren Vergrößerungen im körnigen Protoplasma dieser Zellen hellere Aushöhlungen (Fig. 19, c. gld.), welche am terminalen, engeren Ende der Zelle in eine längere kanalförmige Aushöhlung münden. Dieses Kanälchen geht direkt in den das Härchen durchlaufenden Längskanal über.

Leider können wir, wie ich schon früher gesagt habe, an den Härchenspitzen keine sekretausführenden Öffnungen sehen. Dies macht es sehr schwer, sich über die Funktion des Nackenorgans entscheidend auszusprechen.

Am wahrscheinlichsten werden wohl diese Zellen eine klebrige Masse ausscheiden, welche es den Limnetis ermöglicht, sich an verschiedene Gegenstände und aneinander anzukleben. Herr Privat-Dozent Zykoff teilte mir mit, daß er die Limnetis oft zu ganzen Ketten aneinander geklebt sah, und das Ankleben der Limnetis an fremde Objekte beobachtet man sehr oft. Wir sehen bei vielen Cladoceren (Simocephalus sima — Cunnington 66, Sida, Evadne — Lilljeborg 64 und andere) diese Fähigkeit mächtig entwickelt und finden bei diesen Tieren ein mehr oder minder gut entwickeltes Organ drüsigen Charakters in derselben Kopfregion, welche bei Limnetis das Nackenorgan trägt. Das drüsige Organ von Evadne ist sogar so mächtig entwickelt, daß man es früher als einen Saugnapf betrachtete.

Es gibt aber, außer der Unmöglichkeit, das Vorhandensein der Härchenkanal-Ausmündungen zu konstatieren, noch einige Gründe, welche gegen diese Deutung der Funktion des Organs sprechen. Es sind dies nämlich die Einrichtung der Härchen auf der Oberfläche des Nackenorgans und die Gleichgewichtsverhältnisse des Limnetiskörpers.

Die Härchen bedecken meistenteils die Seitenwände des Nackenorgans und lassen den Kiel fast ganz unbedeckt. Deswegen müßte das Tier entweder mit der rechten oder mit der linken Seite des

Nackenorgans angeklebt werden, was für die Körperökonomie ohne Vorteil ist, da bei der Kontraktion der Taschenmuskeln das Sekret gleichzeitig aus beiden Drüsengruppen hinausgedrückt wird.

Weiter liegt das Nackenorgan etwas zu hoch, um das angeklebte Tier bequem genug zu halten. Obgleich die äußere Körperform der Limnetis fast kugelrund erscheint, ist doch der Körper dicht zur dorsalen Seite der Schale gedrängt. Wenn wir durch den Darmkanal einen Längsschnitt führen und seine Längsaxe bestimmen, dann sehen wir, daß diese Längsaxe einer Linie parallel erscheint, welche als Tangente den kielartig vorragenden Schalenrand, nicht aber den kielartigen dorsalen Kopfrand berührt. Wenn nun das Tier mit seinem Nackenorgan sich an einen Gegenstand anklebt, dann wird die das Nackenorgan berührende Tangente die Längsaxe, resp. deren parallele Tangente unter einem Winkel von etwa 60° schneiden. Die schwersten Körperteile des Tieres, d. h. der größte Teil des mittleren Abschnittes des Darmes und sein ganzer hinterer Teil, welche vom Sande und Schlamme ausgefüllt sind, werden dann nicht an die angeklebte Körperoberfläche grenzen, sondern sich in der frei in das Wasser hängenden Körperregion ansammeln.

Weiter haben auch die Härchen eine Struktur und eine Form, welche das Ankleben stören könnten.

Und doch muß man annehmen, daß das Nackenorgan eine klebrige Flüssigkeit ausscheidet, denn an der Fähigkeit der Limnetis, sich anzukleben, besteht kein Zweifel; und man findet bei ihnen kein anderes ausscheidendes, äußerlich ausmündendes Organ, ausgenommen die die Eier anklebenden Drüsen, welche in den die Abdominalfüße bekleidenden Härchen ausmünden.

Vielleicht mag auch diese Flüssigkeit giftig sein und dem Tierchen als Abwehrinstrument dienen.

Apus productus.

Das unpaare Auge, sowie die zusammengesetzten paarigen Augen und die Frontalorgane reichen bei Apus nicht zur Körperoberfläche. Sie sind von derselben durch eine sehr enge, spalt-förmige Höhle abgetrennt. Diese Höhle wird während der von Claus (26) so gut beschriebenen Umwachsung der ursprünglich peripherischen fadenförmigen Frontalorgane und ihrer Nachbarn: des unpaaren und der paarigen Augen, durch eine Hautduplikatur gebildet. Die Höhlenwandung wird von Geweben, welche eher einen Bindegewebs- als Hypodermis-Charakter zeigen, gebildet (Fig. 21, 22, 23 und 24 cvo. sp.). Die Höhle selbst ist, wie überhaupt alle Körperhöhlen von Apus, reich mit Blut gefüllt, welches zahlreiche Blutkörperchen einschließt.

Das mediane Auge sitzt auf einem gut erkennbaren faserigen Gehirndivertikel, welches aus einem mehr ventralgelegenen Teile des Gehirnes stammt, als die Frontalnerven, weshalb man auf einem und demselben Querschnitte die Frontalnervenwurzeln und das mediane Gehirndivertikel nicht zugleich sieht (Fig. 21 und 23). Die Nerven der lateralen Augenbecher stammen, wie bei Limnetis, aus den großen Sehnerven der zusammengesetzten Augen. Das zu einem Nerv ausgebildete mediane Gehirndivertikel tritt am weitesten vorne aus der Gehirnmasse hervor; etwas mehr nach hinten sind die Frontalnerven gerückt, welche bald an der medianen Linie unter dem unpaaren Auge zusammentreffen und sich zu einem gemeinsamen Nerven vereinigen, der schon von Zaddach (9) gut beschrieben, aber noch als ein Nerv des unpaaren Auges angesehen worden ist.

Noch weiter rückwärts entspringen die mächtigen sich zu großen Sehganglien entwickelnden Sehnerven (Fig. 21 n. o., Fig. 22 n. o. und g. o.). Die Sehnerven sind einander so genähert, daß sie sich in der medianen Längslinie berühren, wenn das Objekt durch das Fixieren und Präparieren stark zusammengezogen ist, was wir z. B. bei den mit Flemming'scher Flüssigkeit fixierten und in Celloidin geschnittenen Objekten beobachten können.

Das Ganglion des unpaaren Auges ist im Vergleich mit den mächtigen Sehganglien sehr schwach und klein. Es liegt tief in der Gehirnsubstanz und wird von den zahlreichen Zellen der Sehganglien umgeben (Fig. 22, c. n. o. im.). Wenn wir einen Schnitt betrachten, welcher etwas mehr nach vorn hindurchgeführt worden ist, so sehen wir an der Stelle dieses Ganglienzellenkomplexes ein ziemlich mächtiges Bündel von Nervenfasern, welches sich nach oben und vorn richtet und den medianen Becher.

des unpaaren Auges innerviert (Fig. 23 n. o. im.) Seitlich von der Wurzel dieses unpaaren Nerven sieht man große Zellen, welche Nervenfasern in das Innere des Gehirnganglions aussenden. Diese Zellen trennen den großen medianen Nerv von den Wurzeln der Frontalnerven, welche sich unter und an die Seiten des unpaaren Auges erstrecken und vor dem Auge zu einer Art Ganglion zusammenfließen (Fig. 21 n. f.).

Was die Seitennerven der lateralen Augenbecher betrifft, so gehen dieselben von den starken, mächtig entwickelten Sehnerven aus, ganz so, wie wir es bei Limnetis gesehen haben (Fig. 27 n. l. o. im.).

Die Sehnerven sind so mächtig, daß man sie auf allen Querschnitten des Gehirnes sieht (Fig. 21, 22 und 23). Ihr Bau, sowie der der zusammengesetzten paarigen Augen, ist sehr kompliziert und verdient eine spezielle Untersuchung. Ich begnüge mich aber jetzt mit der Beschreibung des unpaaren Auges und der Frontalorgane, welchen diese Schrift speziell gewidmet ist.

Das unpaare Auge von Apus liegt vor dem Gehirnganglion und den zusammengesetzten paarigen Augen. Deswegen biegt sich der mediane Nerv nach dem Verlassen des Gehirnes merklich nach vorn, indem er auch nach oben steigt. Er endigt im medianen Augenbecher.

Der Bau des unpaaren Auges ist bei jungen und erwachsenen Tieren verschieden. Die sensitiven Teile, wie die Nerven und die Retinazellen, sind bei erwachsenen und bei jüngeren Tieren ganz ähnlich gebaut, am meisten unterscheiden sich die jüngere und die ältere Form durch den Bau der nicht sensitiven, bindegewebigen Teile. Wir sehen bei jungen Tieren in der Mitte der stark entwickelten bindegewebigen Scheidewand, welche die drei Becher umgrenzt, sehr deutlich erkennbare und große Pigmentkörnchen (Fig. 25 pg.); diese Körnchen liegen in der Mitte der Scheidewand. Die Pigmentmasse ist nach außen von einer dicken Faserschicht mit vielen Bindegewebskernen umgeben (Fig. 25 tpt.). Obgleich diese äußere Bindegewebsmasse von den kleinsten Körnchen, welche das Tapetum charakterisieren, ganz frei ist, muß man sie doch als Tapetum bezeichnen.

Bei den älteren Tieren entwickelt sich diese äußere Schicht so mächtig, daß sie die innere Pigmentmasse ganz hinausdrängt (Fig. 26 und 27 tpt.) und dann die Hauptmasse des Auges bildet. In der Scheidewand des älteren Medianauges kann man keine abgegrenzte Tapetum- und Pigmentschicht mehr unterscheiden; die ganze Bindegewebsmasse wird einförmig; nur die Kerne liegen mehr oberflächlich (Fig. 26 und 27). Das Pigment wird feinkörnig und blaß (Fig. 24 pg.); oft verschwindet es gänzlich und wird dann durch feinkörnige, milchweiße und undurchsichtige Tapetumsubstanz ersetzt (Fig. 26 und 27 tpt.). Wir finden Andeutungen über diese „Verblassung" des unpaaren Apusauges schon bei Zaddach (9) und es wäre sehr interessant, diesen Prozeß stufenweise zu verfolgen; leider fehlten mir dafür die nötigen Stadien.

Die Retinazellen der Augenbecher sind sehr zahlreich. Der mediane Becher ist viel ärmer an Zellen als die lateralen (Fig. 25 und 26), und seine Retinazellen sind im allgemeinen niedriger und dicker als die der lateralen Becher (Fig. 25 und 26), behalten aber denselben Bau. Die Retinazellen verengern sich nach außen, und die Nervenfasern treten an diesen verengten Enden in die Zellen ein (Fig. 27 c. rt.). Diese äußeren Zellenenden biegen sich in der Richtung der Nerven, und da in den lateralen Bechern der Nerv durch die Mitte des Auges verläuft, so biegen sich die rückwärts von ihm liegenden Retinazellen nach vorn, und die die vordere Hälfte des Bechers ausfüllenden nach hinten (Fig. 25 c. rt.). Auf Medianaugen der ausgewachsenen Apus beobachtet man manchmal an dieser Stelle sogar feine bindegewebige Scheidewändchen, welche diese zwei Retinazellengruppen voneinander trennen (Fig. 26 d. c. rt.).

Die Retinazellen der jungen Apus sind vom Tapetum sehr scharf abgegrenzt (Fig. 25 c. rt.), bei älteren Tieren sind diese Grenzen zwischen Tapetum und Retina nicht so leicht wahrnehmbar (Fig. 26 und 27 c. rt.). Im medianen Becher sind diese Grenzen auch bei älteren Tieren viel schärfer ausgeprägt als im lateralen.

Man erkennt sehr gut den von Claus (48) beschriebenen faserigen Bau der Retinazellen, besonders bei jüngeren Tieren (Fig. 25). Im Medianauge erwachsener Apus erkennt man, daß diese

Fäserchen aus linienförmig gesammelten, feinsten Körnchen bestehen (Fig. 26). An den mit Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure fixierten Objekten vermißt man diesen fibrillären Bau gänzlich (Fig. 27).

Die Sehstäbchen sind verhältnismäßig sehr groß. Sie haben die Form kleiner, aber sich sehr stark färbender und deswegen gut wahrnehmbarer kutikularer Stäbchen. Ihre Form ist konisch (Fig. 25 und 26, rb.), aber bei der Behandlung mit Pikrinschwefelsäure quellen sie manchmal so stark, daß sie ihre konische Form ganz verlieren und beim Schneiden aus dem Schnitte oft herausfallen (Fig. 27, rb.).

Bei Apus sieht man ebenso gut wie bei Limnetis die Verlängerung der Nervenfasern in das Innere der engen, proximalen Enden der Retinazellen (Fig. 27 n. fb.). Diese Faserverlängerung dringt soweit in das Innere der Retinazelle ein, daß sie fast den Kern berührt; sie zerfällt an ihrem distalen Ende, wie bei Limnetis, in eine Reihe von Körnchen und Klümpchen.

Die bindegewebige Augendecke ist ziemlich stark, und man findet sie leicht an allen Schnitten (Fig. 25, 26, 27 nrl.). Sie verdickt sich stark an den hinteren Grenzen der lateralen Augenbecher (Fig. 25 und 26), und man sieht an diesen Stellen sehr bequem ihren Übergang in das Tapetumgewebe, besonders bei jungen Tieren (Fig. 25). Am vorderen und oberen Ende des Medianauges geht dieses Häutchen, sowie auch das Tapetumgewebe in einen bindewebigen Strang (Fig. 25 und 26 cjt. n. f.) über. Dieser, vom Pigment durchdrungene Strang ist nichts anderes, als das die hier zusammentreffenden Frontalnerven bedeckende Bindegewebe; weiter nach oben verlängert er sich bis zur unteren Wand der durch das Umwachsen der Frontalorgane gebildeten peripherischen Höhle. In dieser Wandung endigen auch die rückgebildeten Frontalorgane.

Leider ergaben meine Untersuchungen keine genügenden Resultate für die genauere Kenntnis des Baues der Frontalorgane bei erwachsenen Apus.

Die Frontalnerven treten etwas vor den Sehnerven und mehr einwärts aus dem Gehirnganglion aus. Sie bestehen an ihren Wurzeln nur aus Nervenfasern (Fig. 24 n. f.), und die Ganglienzellen folgen später, nachdem die Nerven unter dem medianen Auge zusammengetroffen sind und sich zu einer dicken, gangliösen Masse verbunden haben (Fig. 21 n. f.). Manchmal wird der Frontalnerv beim Schneiden aus seiner normalen Lage derart hinausgerückt, daß er, statt an der Seite des lateralen Bechers zu verlaufen, denselben bedeckt; dann bekommen wir ein Bild, wie es in Fig. 24 gezeichnet ist, wo man den Frontalnerv über dem Auge verlaufend sieht.

Die zusammenfließenden Frontalnerven (Fig. 21 n. f.) sind sehr reich an Ganglienzellen. Sie trennen sich an der oberen Spitze des ganglienförmigen Knotens wieder in zwei kurze Nerven, und diese Nerven zerteilen sich in feine, die innere Wand der peripherischen Höhle versorgende Nervenfasern. Die Art der Nervenendigungen in dieser Wandung konnte ich nicht genauer untersuchen.

Streptocephalus (Branchipus) auritus.

Obgleich es wenige Tiere gibt, welche so eingehend, so oft und von so vortrefflichen Forschern untersucht worden sind, wie dies dem Branchipus zu Teil geworden ist, haben wir doch Manches über seine Frontalorgane und unpaaren Augen zu sagen, weil die meisten Verfasser ihre Aufmerksamkeit nur den Larven und den halberwachsenen jüngeren Individuen widmeten, die älteren Formen aber außer Acht ließen. Andererseits betrachtete man bis in die letzte Zeit alle schalenlosen und im süßen Wasser lebenden Phyllopoden als Arten der Gattung Branchipus, und erst kürzlich erkannte man, daß wir es hier mit verschiedenen Genera zu tun haben, welche auch Verschiedenheiten in ihrem inneren Bau besitzen. Ich glaube deswegen, daß eine neue Beschreibung des Medianauges und der Frontalorgane bei einem erwachsenen branchipusförmigen Phyllopoden, dem Streptocephalus auritus, nicht uninteressant sein dürfte. Das Medianauge ist, wie dies z. B. der Längsschnitt durch den Kopf des Tieres zeigt (Fig. 28), in seinem unpaaren Teile sehr stark nach innen und auch nach unten verlängert. Sein unpaarer Becher besteht nicht nur aus einer Schicht regelmäßig aufgereihter Retinazellen, wie wir es bei Limnetis und Apus beobachten, sondern seine Zellen sind an seinem inneren und ventralen Ende mehrschichtig angehäuft (Fig. 28 c. rt.). Nur die Zellen der oberen, distalen Schichten reichen bis zur Pigmentschicht des Auges.

Ventralwärts setzen sich die Zellen des medianen Bechers in zerstreute Zellgruppen fort, welche vielleicht die Reste der bei den jungen Branchipus gut entwickelten, später verkümmernden Zellen des von Claus (41) beschriebenen Frontalorganes zweiten Typus sind (c. o. f_1.).

Die lateralen Augenbecher sind von dem medianen nicht scharf genug abgegrenzt, so daß man manchmal nicht sicher ist, ob man es mit Elementen des medianen oder mit solchen des lateralen Augenabschnittes zu tun hat.

Die Pigmentschicht selbst stellt keine kompakte Bindegewebemasse dar. Sie ist sehr locker und durch eine Höhle in zwei Schichten geteilt (Fig. 28 cv. pg.). Die Höhlenwandungen sind manchmal durch bindegewebige, mit einander locker verknüpfte Elemente verbunden, und man muß diese Höhle als ein Produkt des sehr lockeren Bindegewebes der die drei Augenbecher trennenden Scheidewand ansehen. Etwas ähnliches sieht man auch im Inneren der Scheidewand bei erwachsenen Apus, wo man manchmal auch in der lockeren, inneren Schicht der Scheidewand kleine Höhlen und Spalten (Fig. 26) beobachtet.

Das Pigment selbst besteht aus kleinen tiefschwarzen Körnchen, welche mehr peripherisch liegen und die Retinazellen begrenzen (Fig. 28 pg.).

Der mediane Augennerv (Fig. 28 n. o. im.) ist mächtig entwickelt. Er ist von einem dicken Neurilemm bedeckt, welches einerseits in das des Gehirnganglions, andererseits in die Augendecke übergeht. Die Nervenfasern dieses Nervs sind zahlreich, aber sie liegen sehr locker (Fig. 28, n. o. im.). Sie nehmen ihren Anfang an kleinen, am vorderen Rande des medianen Gehirnteils liegenden Ganglienzellen (Fig. 28 c. n. o. im.). Rückwärts von dieser Zellengruppe laufen drei Commissuren quer durch das Gehirnganglion ($cm._1$, $cm._2$ und $cm._3$), welche die Sehganglien und die Ganglien der mächtigen Fühler mit einander und mit den anderen Gehirnteilen verbinden.

Geht man an den Nervenfasern des medianen Augennervs entlang, so trifft man an dessen ventraler Seite noch kleine Ganglienzellen (c. g. o. im.). Sie senden ihre Nervenfasern im allgemeinen zu den ventralwärts von den Zellen des medianen Bechers zerstreuten Zellen, welche ich als die Claus'schen Zellen der Frontalorgane zweiten Typus anzusehen geneigt bin. Da ich kein besonderes Ganglion und keine besonderen Nerven, welche dieses hier rückgebildete Organ versorgen könnten, finde, so glaube ich, das wir es hier mit dem Reste des von Claus (41) bei jungen Branchipus beschriebenen besonderen Gehirnteiles, welcher diese Zellen innerviert, zu tun haben.

Bei Streptocephalus beobachtet man auch das Eintreten der Nervenfasern in die Retinazellen (Fig. 28 n. fb.); man kann diese Fasern bis zum Kerne verfolgen. Was die Sehstäbchen anlangt, so sieht man dieselben bei Streptocephalus ziemlich selten und besonders in den Retinazellen, welche das Pigment unmittelbar berühren (Fig. 28 rb.). Die Stäbchen sind klein, sparsam verstreut; an den das Pigment nicht berührenden Zellen beobachtet man sie sehr selten, fast bloß ausnahmsweise.

Die Retinazellen der lateralen Becher sind in eine Reihe gelagert, obgleich auch hier einzelne Zellen sich aus dieser Reihe nach einwärts hinausschieben und auf diese Weise eine zweite Reihe bilden. Auf dem auf der Fig. 28 abgebildeten Schnitte ist ein lateraler Becher da, wo er an die pigmentierte Scheidewand angrenzt, durchschnitten (oc. i. lt.). An Längschnitten dieser Zellen sieht man besonders gut, daß sie auch an ihren proximalen Enden sich verengen (Fig. 29), um die sie innervierenden Fasern aufzunehmen. Die Faserverlängerung ist manchmal an ihrem distalen Ende stark verdickt und etwas wellenförmig gekrümmt (n. fb.). Man sieht die Sehstäbchen in den Retinazellen der lateralen Augenbecher öfter als bei denen des medianen Bechers (rb.).

Wir haben bemerkt, daß der große Nerv des medianen Teiles des unpaaren Auges seinen Anfang in den sparsam zerstreuten Zellen des vorderen Randes des Gehirnganglions nimmt. Wenn wir einen frontalen Schnitt derart durchführen, daß er nicht nur diesen Nerv, sondern auch die proximalen Enden der Frontalnerven durchschneidet (Fig. 30), dann sehen wir, daß dieselben Zellgruppen auch den lateralen Augennerven den Ursprung geben (Fig. 30 n. o. im. und n. lt. o. im.). Die lateralen Medianaugennerven, sowie der unpaare Medianaugennerv und die frontalen Nerven nehmen beim Streptocephalus ihren Ursprung so nahe bei einander, daß man die sie bekleidenden Neurilemme sogar auf gewisse

Strecken ins Innere des Gehirnganglions verfolgen kann (Fig. 30 n. cjt.). Die Kerne dieser bindegewebigen Decke sind sehr leicht von denen der Ganglienzellen zu unterscheiden.

Die Frontalnerven treten sehr tief in die Gehirnsubstanz ein (Fig. 30 n. f.). Sie stammen aus großen, am ventralen Rande der vorderen Gehirnfläche liegenden Zellen (Fig. 31 c. g. n. f.). Der Zusammenhang zwischen diesen Zellen und dem Frontalnerv ist sehr schwer zu erkennen; seine Beobachtung wird sehr durch die zahlreichen und mächtig entwickelten Zellen der Sehganglien (Fig. 31 c. g. n. op.), welche den Verlauf der Nervenfasern verbergen, gestört.

Die mächtig entwickelten Frontalnerven (Fig. 30, 31 und 32 n. f.) werden der Länge nach von sehr großen bipolaren Ganglienzellen begleitet. Die Nerven laufen nicht geradeaus, sondern krümmen sich etwas nach innen (Fig. 30) und ventralwärts (Fig. 31 und 32). Es ist also unmöglich auf einem nicht zu dicken Längsschnitte diesen Nerv seiner ganzen Länge nach durchschnitten zu sehen. An feinen Längsschnitten findet man entweder prachtvoll entwickelte gangliöse Zellen der Nervenperipherie (Fig. 31), dann sieht man auch keine terminalen Zellen, oder man beobachtet terminale Zellen (Fig. 32 cl. tr.) und sieht von den übrigen Teilen des Nervs nur das bindegewebige Neurilemm (nrl.).

Die terminalen Zellen (Fig. 32 cl. tr.) besitzen dieselbe Form, welche Spencer (65) für Artemia beschrieben hat. Bei Streptocephalus aber konnte ich im peripherischen Ende dieser Zellen keine Spuren von Sehstäbchen sehen. Auch beobachtete ich keine Verschiedenheiten zwischen dem Baue der diese Zellen bedeckenden Chitindecke und dem Baue anderer Körperteile. Die Hypodermis begleitet diese Chitindecke hier ebenso gut, wie in anderen Körperregionen, und wenn wir auf der Abbildung 32 über dem frontalen Organe eine Art Einsenkung sehen, so glaube ich, daß sie hier ganz zufällig erscheint.

Ich glaube also, daß der bei Artemia von Spencer beschriebene helle, sich durch gewisse Tinktionen stark färbende Raum, welcher das Frontalorgan bedeckt, nicht vom Chitin, sondern von der Hypodermis stammt; die letztere fehlt bei Artemia an dieser Stelle gänzlich.

Das Frontalorgan zweiten Typus besteht, wie ich schon früher erwähnt habe, aus zahlreichen ventralwärts von dem unpaaren Auge liegenden Zellen. Ich konnte bei ihnen keine so gut ausgesprochenen sensitiven Stäbchen, wie sie Spencer (65) abbildet und beschreibt, finden und nur selten sah ich in einzelnen Fällen einzelne verstreute Stäbchen (Fig. 30 c. o. f_1.).

Daphnia magna.

Die Cladoceren sind, wie dies aus dem oben gegebenen historischen Überblick hervorgeht, mit Bezug auf die Organisation ihres Nervensystems und ihrer Sinnesorgane schon so oft und gut beschrieben worden, daß es vielleicht unnützlich erscheint, über das unpaare Auge und die Frontalorgane dieser Entomostraceen noch Neues zu publizieren. Ich unternehme dies trotzdem, weil ich zur Untersuchung des Nervensystems und der Sinnesorgane dieser Daphnide die Methoden der physiologischen Färbung nach Ehrlich und der Versilberung nach Golgi angewandt habe.

Claus hat die Form des unpaaren Auges, sowie dessen Beziehungen zum unpaaren und zu den lateralen Nerven so genau beschrieben, daß man seinen Ausführungen fast nichts Neues hinzuzufügen hat.

Sehr lehrreich sind die Längschnitte des Auges und des ihm anliegenden Teiles des Gehirns und des Kopfes. Die Figur 33 stellt einen Längschnitt durch das Auge, einen der lateralen Nerven und durch das mediane Gehirndivertikel dar. Obgleich die früheren Verfasser, wie z. B. Samassa (49) oder Cunnington (66) behaupten, daß das Divertikel meistenteils aus Punktsubstanz besteht, sehen wir, daß dies nur für den medianen, den unpaaren Becher tragenden Teil richtig erscheint. An den diesem unpaaren Gehirnlappen anliegenden Gehirnregionen, welche den lateralen Nerven den Ursprung geben, sieht man zahlreiche Ganglienzellen, aus welchen viele Nervenfasern in die Nerven hineinlaufen. Bei Daphnia magna sind diese Nervenwurzeln einander so genähert, daß sie die medianen Punktsubstanzstreifen zusammendrücken und so eng machen, daß derselbe bei oberflächlicher Betrachtung schwer zu erkennen ist. Außerdem treten in dieselbe Neurilemmscheide auch die Frontalnerven ein (Fig. 33 n. f.), so daß hier diese Nerven mit den lateralen des unpaaren Auges gemeinsam verlaufen.

Der mediane Becher liegt bei Daphnien, wie es schon Claus (48) gezeigt hat (pag. 18—19, Taf. III, Fig. 4, 5 und 6), höher als die lateralen und man muß sich also nicht wundern, wenn man ihn auf unserer Fig. 33 über dem lateralen Becher findet (Fig. 33 oc. in. c.). Die pigmentierte Scheidewand enthält tiefschwarze und dicht an einander liegende Pigmentkörnchen (pg.). Das bei Simocephalus sima (66) so gut ausgebildete Tapetum fehlt hier gänzlich.

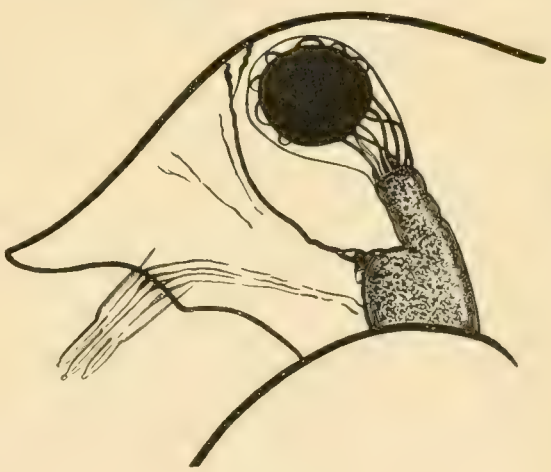
Was die Retinazellen anlangt, so haben dieselben an ihren proximalen Enden auch Verengungen zur Aufnahme der Nervenfasern. An ihren dem Pigmente zugekehrten Seiten unterscheidet man kleine, sich stark färbende stäbchenförmige Gebilde, deren Form man hier auch nicht klar genug erkennen kann. Die Frontalnerven biegen um die lateralen Augenbecher herum und stoßen an der vorderen Spitze des nach vorn stark ausgebildeten, medianen Augenbechers zusammen, um dann als ein unpaarer Nervenstrang nach vorn und oben zu laufen (Fig. 34 n. f.). An der scharfen kielartigen dorsalen, resp. vorderen Kopfwand der Daphnia endigen diese frontalen Nerven in zwei Zellen, welche hier das Frontalorgan darstellen (Fig. 34 o. f.)

Wir sehen hier also denselben Bau des unpaaren Auges und der Frontalorgane sowie deren Nerven wie bei Limnetis, aber mit einem Unterschiede: bei Daphnia finden wir keine direkte Verbindung zwischen den Sehnerven und den lateralen Bechern. Wenn wir also mit den für das Nervensystem typischen Reaktionen hier die Nervennatur dieser Organe, welche Nervennatur Hérouard (54) verwirft, bestätigen, so können wir diese Resultate mit vollem Rechte auf Limnetis und andere Phyllopoden übertragen und so die Nervennatur der Frontalorgane bei allen Branchiopoden beweisen.

Die Ehrlich'sche Methylenblaumethode, sowie die Golgi'sche rasche Versilberungsmethode gaben mir sehr gute dezisive Resultate.

Besonders schöne Bilder zeigen die intravital mit Methylenblau gefärbten Daphnien (Fig. 34). Das ganze Gehirnganglion, die Sehganglien und Sehnerven, die Konnektive des Ösophagealringes nehmen eine tiefblaue Farbe an, auf welcher, wie auf einem Fond, dunkelblaue Silhouetten großer Ganglienzellen scharf hervortreten. Die einzelnen Nervenstränge, welche vom Sehnerv in das zusammengesetzte Auge eintreten, waren auch sehr gut zu unterscheiden. Die einzelnen Fasern der Nerven der kleinen Antennen, sowie deren Ganglienzellen (Fig. 34 n. an_1.), die Nerven der großen Antennen (n. $an._2$), die Frontalnerven (n. f.) und die Zellen der Frontalorgane (o. f.) färben sich ebenfalls prachtvoll.

Um solche Bilder zu bekommen, setze ich die Daphnien auf etwa 30—40 Minuten in eine möglichst starke Methylenblaulösung. Der Gebrauch schwächerer Lösungen, die ich früher anwandte, gibt nie so gute Resultate, weil die Tierchen in schwachen Lösungen sterben, ehe sie sich färben. Es versteht sich, daß man nur reine, bei Grübler gekaufte Präparate verwenden darf.



Textfigur I.

Auch die rasche Versilberungsmethode nach Golgi gibt sehr lehrreiche Resultate. Es ist sonderbar, daß diese Methode mir im Jahre 1896—97, während meiner Untersuchungen über die Nervenelemente der Cyclops-Nauplien keine günstigen Resultate gab (59), sondern daß ich im Gegenteil mit der doppelten Imprägnation nach Ramon y Cajal bei diesen Nauplien Erfolg hatte. Mit den Daphnien steht die Sache ganz umgekehrt; die Golgifikation gab ganz günstige Resultate, während hingegen die Methode von Ramon y Cajal keinen Erfolg brachte. Die Textfigur No. I gibt uns eine Vorstellung von dem Resultat der Golgifikation des Kopfendes des Daphnia magna. Ich konnte in den Zellen des Frontalorgans selbst bei stärksten Vergrößerungen (Zeiß, homog. Apochr., foc. Dist. 2 mm, Apert. 1,40, Kompens. Ocul. 12) keine sensitiven Stäbchen entdecken.

Diaptomus amblyodon.

Der Diaptomus amblyodon, welchen man im zentralen Rußland im Frühjahre massenhaft in den nach dem Schneeabtauen zurückbleibenden Gewässern findet, hat eigentümliche Augen. Sie entbehren gänzlich des Pigments und erlauben es also, dieses Organ vollkommen zu studieren.

Die Untersuchung der Augen dieses Tieres gab dieselben Resultate wie die der Augen weiter oben beschriebener Branchiopoden. Bei Diaptomus stammen der mediane und die lateralen Augennerven aus den am vorderen Ende des Gehirnganglions massenhaft angesammelten Ganglienzellen (Fig. 35 n. o. im.). Hier ist aber der mediane Nerv kein Gehirndivertikel, wie wir es bei Limnetis und Cladoceren gesehen haben, auch kein mächtiger unpaarer Nerv wie bei Apus und Streptocephalus, sondern ein schwacher, aus wenigen Fasern bestehender Nerv. Auch hier ist er von dem aus der Gehirndecke stammenden Neurilemm (nrl.), welches in die Augendecke übergeht, bedeckt. Ihrerseits geht auch die Augendecke in die bindegewebige Scheidewand, welche das Auge in drei Becher teilt, über (Fig. 35 und 36). Von den lateralen Bechern gehen nach außen hin kleine bindegewebige Fäden ab (Fig. 36 b. cjt.), welche das Auge mit der Hautdecke verbinden.

Das Bindegewebe besteht aus großen, flachen, multipolaren Zellen (Fig. 36 c. cjt.) welche durch ihre strahlenförmig angeordneten Auswüchse miteinander in Verbindung stehen und im Inneren große, ovale Kerne einschließen (Fig. 35 und 36 n. cjt.).

Der mediane, vier Retinazellen tragende Becher ist viel kleiner als die lateralen, von denen jeder zirka 6—8 Zellen einschließt. Man sieht im Inneren der Retinazellen sehr deutlich sowohl Sehstäbchen (Fig. 35 und 36 rb.), als auch große, rundliche Kerne und die Verlängerung der in die Zellen eintretenden Nervenfasern (b. n.).

Die Stäbchen sind dünn, aber ziemlich breit, brettchenförmig. Deswegen erscheinen sie sowohl auf Längsschnitten, als auch auf Querschnitten des Auges (Fig. 35 und 36 rb.) als kurze, intensiv gefärbte Stäbchen.

Die Verlängerung der Nervenfaser in die Retinazelle färbt sich nicht so stark wie bei Branchiopoden, kann aber sehr gut bis in das Innere der Zellen verfolgt werden (Fig. 35 b. n.). Die proximalen Enden der Retinazellen sind nicht verengt.

So zeigt das pigmentlose Auge des Diaptomus fast dieselbe Struktur wie das pigmentreiche und ein Tapetum einschließende Auge der Phyllopoden.

Schlußfolgerungen.

Das unpaare Auge der Crustaceen stellt ein Organ vor, welches wahrscheinlich schon bei den Urcrustaceen entwickelt war. Wir schließen das aus der Tatsache, daß diese Augen bei allen Crustaceen im Larven- oder Embryonalleben vorhanden sind, daß sie ferner sogar bei manchen hoch entwickelten Formen, wie den Decapoden, zeitlebens bestehen bleiben. Wir wissen durch Miß Robinson (51), daß diese rückgebildeten Augen bei höheren Crustaceen sogar den Bau des typischen Medianauges behalten, obgleich ihr Sehvermögen schon mehr als zweifelhaft erscheint.

Das Vorhandensein und Funktionieren solch eines primitiven Organs bei Entomostraceen zeigt deren niedrige Organisation und systematische Stellung; dies wissen wir aber bereits seit langer Zeit, vielleicht schon seit dem Erscheinen der scharfsinnigen Schrift Fritz Müller's „Für Darwin".

Meine Arbeit fügt diesen Anschauungen wenig Neues hinzu, und es wäre vielleicht nicht der Mühe wert, die Frage von neuem zu diskutieren. Doch sind manche nicht uninteressante Fragen von früheren Verfassern nicht gelöst worden, und unter anderen die von mir schon in dieser Arbeit vielmals besprochene Frage über die Innervierung der einzelnen Medianaugenbecher, welche ein vergleichend-anatomisches Interesse darbietet; und ferner die Frage über die Verhältnisse dieser Nerven zu den speziellen Gehirnregionen.

Wie wir aus der Arbeit ersehen, wird der mediane Becher immer durch den unpaaren Nerv innerviert, welcher bei Limnetis und Cladoceren als Gehirnlappen erscheint.

Obgleich dieses Divertikel bei manchen Formen unvollständig entwickelt erscheint, da es aus ziemlich indifferenter Punktsubstanz besteht, wenige Nervenfasern einschließt und von sparsam verstreuten Ganglienzellen innerviert wird, müssen wir es doch als ein uraltes Augenelement betrachten. Dafür spricht die Uniformität dieses Organes in morphologischer Hinsicht; seinen morphologischen Verhältnissen bleibt dieser Zentralbecher treu, selbst bei seinen Metamorphosen, wenn er sich z. B. bei Cyprididen in ein in gerader Linie ausgestrecktes, stabförmiges Nervenorgan verwandelt (bei Pontocypris und Cylindroleberis nach G. W. Müller, 53), oder wenn er, wie bei vielen Copepoden, so schwach entwickelt erscheint, daß er sogar manchmal ganz vermißt wird.

Wir sahen weiter oben, daß dieser mediane Nerv des unpaaren Auges aus einer gewissen Zellgruppe seinen Ursprung nimmt, daß er also ein besonderes Ganglion besitzt. Dieses Ganglion ist bei den Formen mit energisch-funktionierenden Medianbechern, wie z. B. bei Apus, Streptocephalus, weiter entwickelt, und auch der Mediannerv zeigt hier einen komplizierteren Bau und ist reicher an Nervenelementen. Auch bei den Branchiopoden hat dieser Becher manchmal eine Neigung zur Veränderung seiner Tätigkeit. So sehen wir ihn bei Streptocephalus nicht ausschließlich aus wahren Retinazellen bestehen, sondern wir finden auch andere Zellen, welche nicht bis zur Pigmentschicht reichen, und welche auch fast niemals Sehstäbchen einschließen.

Diese Gleichartigkeit des Baues und der topographischen Lage unter wechselnden Umständen, diese Konstanz des medianen Augenabschnittes, zeigt an, daß er früh als spezielles sensitives Organ abgesondert worden ist. Wenn wir diesen unpaaren Gehirnauswuchs, welcher sich in einen speziellen Nerv verwandelt, mit den unpaaren Nerven anderer Arthropoden vergleichen, so finden wir nur eine

Tiergruppe, bei welcher wir von einem ähnlichen Gehirndivertikel oder Nerven sprechen hören. Es sind die uralten Xyphosuren.

Schon Ray Lankester hat in seiner bekannten Arbeit über die Gliedmassen und das Nervensystem von Apus*) eine Parallele zwischen den Gehirnnerven des Apus und des Limulus durchgeführt. Er zeigte unter Anderem, daß bei Apus, wie bei Limulus aus dem Gehirnganglion nur Augen- und Frontalnerven entspringen, daß der Antennennerv aber aus dem Konnektive, welches die Ganglia supra- et infraoesophagealia verbindet, seinen Ursprung nimmt. Obgleich die schöne Arbeit von Pelseneer (45) gezeigt hat, daß die Antennennerven ihren Ursprung aus einem im Inneren des Gehirnganglions liegenden speziellen Zellkomplex resp. Ganglion nehmen und so den Antennennerven anderer Crustaceen ganz homolog erscheinen, hat doch die Ansicht von Ray Lankester ihre Bedeutung bis jetzt gänzlich behalten. Das Crustaceengehirnganglion hat mit dem der Xyphosuren wirklich viel Ähnlichkeit. Wenn man die zahlreichen Arbeiten über das Xyphosurengehirn liest, welche in der Arbeit von Viallanes**) gut konspektiert und weiter von Patten***) kritisch dargestellt und verifiziert sind, dann überzeugt man sich, daß die Xyphosuren außer den Crustaceen die einzigen Formen sind, welche ein unpaares Gehirndivertikel resp. Nerv und spezielle Frontalorgannerven, welche bei ihnen Frontalnerven darstellen, besitzen.

Da aber die Xyphosuren der uralten Klasse der Gigantostraceen angehören und sich ziemlich eng einer noch älteren Gruppe, den Trilobiten, anschließen, so können wir die These aufstellen, daß der unpaare Gehirnlappen den Urarthropoden, welche sich zu Crustaceen, Trilobiten und Gigantostraceen entwickelt haben, gemeinsam war. Dieser Gehirnauswuchs innerviert wahrscheinlich seit seinem Erscheinen die primitiven Sehorgane, weil er bei den Xyphosuren auch die einfachen Stemmenaugen versorgt.

Anders steht die Sache mit den paarigen Bechern des Medianauges. Ich meine, daß diese Augenteile später als der zentrale entstanden sind. Wir sehen aus den berühmten Arbeiten von Claus (45), daß es einige Formen gibt, welche die drei Augenbecher ganz getrennt besitzen (Oniscidium). Wir wissen weiter durch dieselbe Arbeit, daß die eigentümlichen lateralen Augen der Sapphirina, Corycaeus und einiger anderen Copepoden den lateralen Bechern entsprechen.

Diese Umstände, sowie die mehr schwankende Natur der die lateralen Becher innervierenden Nerven, veranlassen mich zu glauben, daß das Zusammentreten der drei Becher zu einem gemeinsamen Auge eine spätere Erscheinung ist, und daß die lateralen Becher später als der mediane gebildet worden sind.

Wirklich sehen wir, daß die lateralen Augennerven sich sehr von einem gemeinsamen Bauplane entfernen, da sie in einigen Fällen, wie bei Streptocephalus, Branchipus, Artemia, als frei verlaufende spezielle Nerven der Augenbecher erscheinen, in anderen dagegen, wie z. B. bei Apus und Limnetis, mit den großen optischen Nerven, und in dritten, wie bei den Cladoceren, mit den Frontalnerven zusammenfließen.

Was die lateralen Augenbecher betrifft, so sehen wir in ihrem Bau, sowie in ihren Funktionen weniger Mannigfaltigkeit, als bei den medianen Bechern. Die lateralen Becher behalten immer ihre Augennatur und funktionieren als Sehorgane viel energischer, als der mediane; manchmal sind sie sogar sehr stark entwickelt, wie z. B. bei Apus.

Wenn wir zum feineren Bau der Augen übergehen, so sehen wir, daß deren Retinazellen überall als entschieden eine Sehfunktion leistende Elemente erscheinen. Nur zwischen den Retinazellen der Streptocephalen finden wir unter den die Sehbecher füllenden Zellen manchmal solche, welche keine Sehstäbchen enthalten. Man darf aber nicht vergessen, daß dies hauptsächlich an den Zellen des medianen Bechers zu beobachten ist, wir wissen aber, daß dieser Becher einen für den Augenbecher nicht typischen Bau besitzt und daß er vielleicht ebenso wie die medianen Augenbecher einiger Cyprididen, ganz besondere Funktion leistet.

*) Quarterly Journal of microscopical science, Vol. XXI, 1881. Observations and Reflections on the Appendages and on the Nervous System of Apus cancriformis. By E. Ray Lankester.

**) Annales des sciences naturelles, Zoologie, 7-me série, Tome XIV, 1892. Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés par H. Viallanes (pag. 407—408.)

***) Quarterly Journal of microscopical science. Vol. XXXV, 1894. On the Morphology and the Physiology of the Brain and Sense Organs of Limulus. By W. Patten.

Die unpaaren Augen der Branchiopoden sind immer pigmentiert; und Formen, wie Diaptomus amblyodon, wo man keine Spuren des Pigments findet, fehlen unter diesen gänzlich. Das Pigment hat immer eine Körnchenstruktur, und die Körnchen sind, soweit ihre Kleinheit über ihre Form zu urteilen erlaubt, immer kugelrund. Wenn auch das Pigment nur ausnahmsweise bei einigen älteren Individuen (Apus) fehlt, so kann man das letztere von der Tapetumsubstanz nicht sagen. Das Tapetum fehlt den meisten Cladoceren, dem Branchipus, Streptocephalus, Artemia. Besonders gut ist es bei älteren Apus entwickelt und, wenn nur die Angaben von Klunzinger über seine Limnadia gubernator, welche andere Verfasser als eine Estheria-Art ansehen, richtig sind, auch bei diesem letzten Krebstierchen. Bei Limnetis, Simocephalus sima, Estheria ticinensis ist es ganz gut entwickelt und bildet die äußere Schicht der die drei Augenbecher trennenden Scheidewand.

Alle unpaaren Augen der Branchiopoden sind von einem Häutchen bedeckt, welches mit dem Neurilemm der Augennerven und dem Bindegewebe der Becherscheidewand im Zusammenhange steht. Die Frontalorgane stellen auch uralte, rückgebildete Organe dar.

Leider wissen wir noch wenig über ihr Vorhandensein bei den Larven oder Embryonen anderer Crustaceengruppen; bei den Cirripedienlarven sind sie aber sehr gut entwickelt.

Diese Organe funktionierten wahrscheinlich bei den Urcrustaceen als peripherische Sinnesorgane. Wir können Hinweise auf eine solche Funktion der Frontalorgane bei verschwundenen Urformen in dem Umstande erblicken, daß sich an Stelle der späteren Frontalorgane bei Nauplien (Cirripedien 44) und Metanauplien, sowie älteren Larven (Apus) eigentümliche tasterartige Auswüchse befinden, welche, wie es Chun gezeigt hat, einen ziemlich komplizierten Bau besitzen. Nach seinen Angaben sitzen diese Filamente (Textfigur II, fil.) auf den lateralen Lappen des Praecerebun, was auch ihrer Lage bei den Larven der Apus und Branchipus entspricht.

Textfigur II.

Textfigur III.

Es wäre sehr interessant, etwas genauer zu wissen, ob diese Gebilde auch bei anderen Entomostraceen zu finden sind. Wir haben Angaben von G. W. Müller (53) über eigentümliche Frontalauswüchse sensitiven Charakters bei gewissen Ostracoden, weiter finden wir auch einige Andeutungen über das Vorhandensein der Frontalorgane bei Copepoden.

Ich fand bei den Nauplien von Cyclops strenuus besondere, in der Nachbarschaft der lateralen Augenbechernerven entspringende kleine, in wenige Ästchen sich verzweigende Nervchen (Textfigur III n. f.), welche bei gut gelungener Versilberung durch die doppelte Imprägnation nach Ramon y Cajal scharf hervortreten. Ich bin geneigt, diese Nerven für Homologa der Frontalnerven zu halten.

Die Frontalnerven entstehen, wie es Claus (26, 41) gezeigt hat, als spezielle Gehirnauswüchse, welche der Hautdecke anliegen und später, bei dem Wachsen des Kopfes, sich zu Nerven verlängern. In ihren ersten Entwicklungsstadien erinnern sie sehr an die von Chun bei den Nauplien der marinen Lepadiden beschriebenen, tasterförmigen Organe, besonders bei Apus; später werden sie zu inneren Organen.

Claus hat gezeigt (26), daß man bei Branchipus, Apus und vielleicht auch bei Artemia in der Entwicklung dieser Organe ein allen diesen Tieren gemeines Stadium der Organisation der Frontalorgane beobachtet. Es ist nämlich das von mir schon mehrmals hier erwähnte Stadium, in welchem das Organ in Gestalt einer großen Hypodermiszelle erscheint, welche an der Spitze des Frontalnervs sitzt und an ihrem inneren, proximalen Ende von gewissen Ganglienzellen umgeben ist; eben solche Ganglienzellen umgeben auch den Frontalnerv.

Beim Betrachten des Baues der Frontalorgane verschiedener Branchiopoden sehen wir, daß das Frontalorgan sich in zwei Richtungen entwickeln kann. Entweder es kommt zu besonderer Entwicklung

der zentralen Hypodermiszelle, oder es entwickeln sich im Gegenteil besonders die die letztere und den Frontalnerv umgebenden Ganglienzellen. Es gibt aber auch Tiere, bei welchen die Zellen beider Art zu starker Entwicklung kommen. Bei Limnetis und vielen Cladoceren (Daphnien) sehen wir den ersten Typus des Baues der Frontalorgane, bei Artemia, Branchipus und Streptocephalus den zweiten Typus, bei Lyncaeiden (Leydig 21) den dritten. Die Frontalorgane von Apus sind eigentümlich entwickelt, da sie nicht bis zur Körperoberfläche reichen, sich aber dem Bau nach dem zweiten Typus nähern.

Bei den Tieren mit Frontalorganen vom ersten Typus sehen wir den Frontalnerv in einer einzigen großen Zelle endigen. Bei Daphnia finden wir gar keine anderen Zellen, bei Limnetis dagegen finden wir außer dieser Riesenzelle noch kleinere, schwache, die letzteren umgebende Zellen, welche den das proximale Ende der Hypodermiszellen und den Frontalnerv umgebenden Ganglienzellen entsprechen.

Der zweite Typus ist am besten bei den Artemien ausgeprägt. Hier sehen wir keine zentrale Hypodermiszelle; an ihrer Stelle finden wir bei Artemia ein sonderbares Gebilde, welches einer Art Augencornea entspricht und wahrscheinlich aus der Hypodermiszelle stammt. Die peripherischen, die Hypodermiszelle und den Nerv umgebenden Ganglienzellen erscheinen dagegen sehr gut entwickelt; die der Hautdecke am nächsten liegenden Zellen werden zu sensitiven Zellen, welche selbst eine Art sensitiver Cuticularstäbchen einschließen, die tiefer liegenden entwickeln sich aber zu prachtvollen, bipolaren Ganglienzellen. Bei Streptocephalus verschwinden alle Spuren der Hypodermiszelle, und die terminalen peripherischen Zellen zeigen keinen sensitiven Charakter. Bei Apus endlich sehen wir die Ganglienzellen sehr gut, welche sogar ein besonderes Ganglion bilden; was aber die terminalen Zellen betrifft, so sehen wir dieselben gar nicht, und die Nerven zerstreuen sich in die umgebenden Körperregionen.

Die Lyncaeiden haben eigentümliche Frontalorgane. Bei ihnen umgeben die Ganglienzellen ein sehr eigenartig gebautes zentrales Gebilde, welches das Licht stark bricht und vielleicht der Hypodermiszelle, oder sogar vielen Hypodermiszellen entspricht; dieses Gebilde wird von zahlreichen Ganglienzellen umgeben.

Es ist kaum möglich, daß so verschieden gebaute Frontalorgane, wie die der Limnetis und der Artemia, eine und dieselbe Funktion leisten. Das Frontalorgan der Artemia, wie es Spencer (65) schildert, wird gewiß als ein Sinnesorgan dienen, das Frontalorgan von Limnetis leistet sicher eine ganz andere Arbeit.

Ich wage hier keine entscheidende Antwort auf die Frage, was diese Funktionen sein können, zu geben. Ich bin nicht im Besitze der Tatsachen, die eine solche Frage zu beantworten erlauben. Ob die Artemia, Branchipus und Streptocephalus durch ihre Frontalorgane Licht oder Wärme empfinden, ob das sonderbare Frontalorgan der Limnetis zur Wärmeempfindung, zum Regulieren der während des Schwimmens leicht zu verlierenden normalen Lage der Körperaxe oder zum Wahrnehmen des Prozentgehaltes des Wassers an Salzen in austrocknenden Pfützen dient, darüber kann ich nichts Entscheidendes sagen, und in diesem Falle können nur genaue biologische und physiologische Forschungen Aufschluß geben. Das frontale Organ zweiter Art, welches Claus bei Branchipus beschrieben hat, konnte man bisher nur bei dieser Gattung, sowie bei Artemia und Streptocephalus beobachten. Bei allen diesen Tieren zeigt dieses Organ einen so rückgebildeten Bau, daß man über seine Bedeutung keine Meinung äußern kann.

Das Nackenorgan ist ein typisches Drüsenorgan, welches wahrscheinlich dem Tiere dazu dient, sich anzukleben. Dieses Organ trägt keinen rückgebildeten Charakter und ist für die Frage über die Verwandtschaftsverhältnisse der Branchiopoden von keiner besonderen Bedeutung.

Da wir, wie schon weiter oben gesagt, auch bei den Xyphosuren spezielle Frontalnerven, welche dem Frontalrande des Gehirnganglion entspringen, kennen, so können wir über diese Organe dasselbe, was wir über das Medianauge gesagt haben, äußern: Die Frontalorgane, sowie die Medianaugen, besonders deren mittlere Becher sind uralte Organe, welche schon bei Urarthropoden entwickelt waren und von denselben auf die Crustaceen und Gigantostraceen vererbt worden sind.

Literatur.

1. Zoologiae Danicae Prodromus, seu Animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characteres, nomina et synonima imprimis popularium. Auctore Othone Friderico Müller. Havniae, CIODCCLXXVI.
2. Entomostraca seu Insecta testacea, quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit et iconibus illustravit Otho Fridericus Müller. Francofurti ad Maenum, 1792.
3. Histoire des Monocles, qui se trouvent aux environs de Genève par Louis Jurine. Genève et Paris, 1820.
4. Traduction du Mémoire de Schaeffer sur les Monocles à queue, ou Puces d'eau rameuses. Anhang zu Jurine's Histoire des Monocles.
5. Mémoire sur le Chirocéphale. Par Bénédict Prevost. Anhang zu Jurine's Histoire des Monocles.
6. Mémoires du Muséum d'histoire naturelle par les Professeurs de cet établissement. Tome cinquième, Paris 1819. Mémoire sur les Daphnia, de la classe des Crustacés. Par Hercule Eug. Strauss. Tome septième, Paris 1821. Mémoire sur les Cypris, de la classe des Crustacés. Par Hercule Strauss.
7. Nova Acta physico-medica Academiae Cesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum. Tomus quartus-decimus seu Decadis secundae Tomus quartus. Bonnae, MDCCCXXVIII. Über die Daphnia sima und ihren Blutkreislauf. Von Dr. Fr. V. P. Gruithuisen, M. d. A. d. N.
8. Annales des sciences naturelles. II-me Série, Tome XIII, Zoologie, 1840. Histoire d'un petit Crustacé (Artemia salina Leach) auquel on a faussement attribué la coloration en rouge des marais salans méditerranéens, suivie de recherches sur la cause réelle de cette coloration. Par M. Joly.
9. De Apodis cancriformis anatome et historia evolutionis. Auctore G. Zaddach, Bonnae, 1841.
10. Annales des sciences naturelles, Seconde Série. Tome XVII, Zoologie, Paris, 1842. Recherches zoologiques, anatomiques et physiologiques sur Isaura cycladoïdes, nouveau genre de Crustacé à test bivalve, découvert aux environs de Toulouse, par M. N. Joly, Professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de cette ville.
11. Archiv für Naturgeschichte. Begründet von A. F. A. Wiegmann, herausgegeben von Dr. W. F. Erichson. XII. Jahrgang, Berlin, 1846. Über Acanthocercus rigidus, ein bisher noch unbekanntes Entomostracon aus der Familie der Cladoceren. Von Dr. J. Ed. Schoedler.
12. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie herausgegeben von C. T. von Siebold und A. von Kölliker. II. Band, 1850. Über Argulus foliaceus. Ein Beitrag zur Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte dieses Tieres von Dr. Franz Leydig.
13. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, III. Band, 1851. Über Artemia salina und Branchipus stagnalis. Beitrag zur anatomischen Kenntnis dieser Tiere von Dr. Franz Leydig.
14. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin herausgegeben von Johannes Müller. Jahrgang 1851. Physiologische Bemerkungen über die Daphnoiden von Dr. W. Zenker.
15. Mémoires presentés à l'Académie Impériale des sciences de St. Petersbourg par divers savants et lus dans ses assemblées, Tome VI, 1851. Über die in der Umgebung von St. Petersburg vorkommenden Crustaceen aus der Ordnung der Branchiopoden und Entomostraceen von Sebastian Fischer.

Ibidem, Tome VIII, 1854. Ergänzungen, Berichtigungen und Fortsetzung zu der Abhandlung über die in der Umgebung von St. Petersburg vorkommenden Crustaceen aus der Ordnung der Branchiopoden und Entomostraceen von Sebastian Fischer.

16. Archiv für Naturgeschichte. Gegründet von A. F. A. Wiegmann, fortgesetzt von W. F. Erichson. Herausgegeben von F. H. Troschel. XIX. Jahrgang, Berlin, 1853. Bemerkungen über Phyllopoden, nebst einer Übersicht ihrer Gattungen und Arten. Von Dr. Adolph Eduard Grube, Professor zu Dorpat.
17. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. XX. Jahrgang, 1854. Monographie der Ostracoden. Von Dr. Zenker.
18. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. XXI. Jahrgang, 1855. Holopedium gibberum, ein neues Crustaceum aus der Familie der Branchiopoden. Beschrieben von E. G. Zaddach, Prof. in Königsberg.
19. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. XXIII. Jahrgang, 1857. Das Genus Cyclops und seine einheimischen Arten. Von Dr. philos. C. Claus in Gießen.
20. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, herausgegeben von Dr. Johannes Müller. Jahrgang 1858. Mitteilungen über die Organisation von Phyllosoma und Sapphirina von Prof. C. Gegenbaur.
21. Naturgeschichte der Daphniden (Crustacea Cladocera) von Dr. Franz Leydig. Tübingen, 1860.
22. Die freilebenden Copepoden mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Deutschlands, der Nordsee und des Mittelmeers, von C. Claus. Leipzig, 1863.
23. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band XIV, 1864. Beiträge zur Kenntnis der Limnadiden, von Dr. Klunzinger.
24. Ibidem. Beiträge zur Kenntnis der Schmarotzerkrebse. Von Prof. Dr. C. Claus.
25. Norges Ferskvandskrebsdyr. Förste Afsnit: Branchiopoda. I. Cladocera Ctenopoda (Fam. Sididae et Holopedidae) af Georg Ossian Sars. Christiania 1865.
26. Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Achtzehnter Band. Vom Jahre 1873. Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Von Prof. Dr. C. Claus.
27. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXIV. Band, 1874. Über Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina Lilljeborg. Von Dr. August Weismann, Prof. in Freiburg i. Br.
28. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XXV. Band, 1875. Über die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden von Professor C. Claus.
29. Ibidem. Neue Beiträge zur Kenntnis parasitischer Copepoden nebst Bemerkungen über die Systeme derselben. Von Prof. C. Claus.
30. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band XXVII, 1876. Zur Kenntnis der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandten Cladoceren. Von Carl Claus.
31. Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Ein Beitrag zur Descendenzlehre. Von Carl Claus. Wien, 1876.
32. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. LXXIV. Band. Wien, 1876. Zur Kenntnis der Entwicklung von Estheria ticinensis Bals. Criv. Von G. Ficker.
33. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Siebenunddreißigster Band. Wien, 1877. Zur Kenntnis des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Von Prof. Dr. C. Claus.
34. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band XXX, Supplement. Bemerkungen zur Anatomie der Limnadia Hermanni Brogn. Von Dr. Fr. Spangenberg.
35. Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden insbesondere der Spinnen, Insekten und Crustaceen. Von Dr. H. Grenacher. Göttingen, 1879.
36. Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien und der zoologischen Station in Triest. Herausgegeben von Dr. C. Claus. Tom II, 2. Heft, Wien, 1879. Die Entwicklungsgeschichte der

Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Phyllopoden. Von Dr. C. Grobben.

37. Nachrichten der Kaiserlichen Gesellschaft der Freunde der Naturerkenntnis, der Anthropologie und der Ethnographie, Band XXXII, Lief. 2. Arbeiten aus dem Laboratorium des zoologischen Museum an der Universität Moskau. Herausgegeben von A. P. Bogdanow, Band I, Lief. 2. Anatomie von Lithobius forficatus L. von Nicolaus Zograf. Moskau, 1880 (Russisch).
38. Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde II. Band, 1880. Carcinologische Mitteilungen. Von Dr. Paul Mayer.
39. Ibidem. Sui Coriceidi parassiti e sull' anatomia del gen. Lichomolgus. Memoria del dott. A. Della-Valle.
40. Nachrichten der Kaiserlichen Gesellschaft der Freunde der Naturerkenntnis, der Anthropologie und der Ethnographie, Band XLIII, Lief. 1. Arbeiten aus dem Laboratorium des zoologischen Museum an der Universität Moskau. Herausgegeben von A. P. Bogdanow, Band II, Lief. 1. Materialien zur Erkenntnis der embryonalen Entwicklung von Geophilus ferrugineus L. K. und Geophilus proximus L. K. Von N. Zograf. Moskau, 1883 (Russisch).
41. Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien und der zoologischen Station in Triest. Herausgegeben von Dr. C. Claus. Tom. VI, Wien, 1885. Untersuchungen über die Organisation und die Entwicklung von Branchipus und Artemia nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden. Von C. Claus.
42. Die Sehorgane der Tiere, vergleichend-anatomisch dargestellt von Dr. Justus Carrière. München und Leipzig, 1885.
43. Quarterly Journal of microscopical science. Vol. XXV, New series, 1885. Observations on the Nervous System of Apus by Paul Pelseneer.
44. Bibliotheca Zoologica. Originalabhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Zoologie. Herausgegeben von R. Leuckart und C. Chun. Heft I. 1887—88. Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberfläche geschildert von Carl Chun. Drittes Kapitel. Die Nauplien der Lepaden nebst Bemerkungen über das Sehvermögen der pelagisch lebenden Crustaceen.
45. Copepodenstudien. I. Heft. Peltidien. Von C. Claus. Wien, 1889.
46. Archiv für mikroskopische Anatomie herausgegeben von O. Hertwig, v. la Valette St. Georges und W. Waldeyer, XXXIII. Band, 1889. Über Argulus foliaceus. Neue Mitteilung. Von F. Leydig.
47. Die Physiologie der facettierten Augen von Krebsen und Insekten. Eine Studie von Sigm. Exner. Leipzig und Wien, 1891.
48. Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien. Herausgegeben von C. Claus. Tom. IX, 1891. Das Medianauge der Crustaceen. Von C. Claus.
49. Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XXXVIII, 1891. Untersuchungen über das zentrale Nervensystem der Cladoceren. Von Dr. phil. et med. Paul Samassa.
50. Congrès international de Zoologie. Deuxième Session, à Moscou. Du $^{10}/_{22}$—$^{18}/_{30}$ Août 1892. Première Partie. Moscou, 1892. Note sur l'origine et les parentés des Arthropodes, principalement des Arthropodes trachéates, par Nicolas Zograf, Prof. à l'Univers. de Moscou.
51. Quarterly Journal of microscopical science. Vol. XXXIII, New Series, 1892. On the Nauplius Eye persisting in some Decapods. By Margaret Robinson.
52. Zoologischer Anzeiger. XVII. Jahrgang, 1894. The Median Eye of Adult Crustacea. By Herman C. Bumpus, Ph. D. Brown University, Providence, U. S. A.
53. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 21. Monographie. Ostracoden von G. W. Müller, Berlin, 1894.
54. Bulletin de la societé zoologique de France. Tome XX, 1895. Organes frontaux, glande unicellulaire géante et origine du vitellus nutritif chez les Cladocères, par Edgard Hérouard.
55. Annuaire du Musée zoologique de l'Académie Imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, 1897, No. 7. The Phyllopoda of the Jana-Expedition. By G. O. Sars.
56. Experimental Morphology by Charles Benedict Davenport. Part I. Effect of chemical and physical Agents upon Protoplasm. New York, 1897.

57. Recherches sur le système nerveux embryonnaire des Nauplius et de quelques larves d'animaux marins; Par M. Nicolas de Zograf. Comptes rendus, t. CXXII, 1896.
58. Nouvelles recherches sur le système nerveux embryonnaire des Crustacés; Par M. Nicolas de Zograf. Comptes rendus, t. CXXIV, 1897.
59. Nachrichten der Kaiserl. Gesellschaft der Freunde der Naturerkenntnis, der Anthropologie und der Ethnographie. Band LXXXVI, Moskau, 1898. Materialien zur Kenntnis der Genealogie der Arthropoden Von N. J. Zograf. 1. Subcuticulare Zellen neuralen Charakters bei den Larven einiger Crustaceen (Russisch).
60. Comptes rendus, 1899. Sur les organes céphaliques latéraux des Glomeris; Par M. N. de Zograf.
61. Nachrichten der Kaiserl. Gesellschaft der Freunde der Naturerkenntnis, der Anthropologie und der Ethnographie, Band XCVIII, Moskau, 1900. Materialien zur Kenntnis der Genealogie der Arthropoden. Von N. J. Zograf. II. Der Bau der lateralen Kopforgane bei Glomeris (Russisch).
62. The American Journal of Physiology edited by The American Physiological Society. Vol. III, 1899—1900. Reaction of Entomostraca to Stimulation by Light. By B. M. Jerkes.
63. Ibidem. A Study in the Heliotropism of Cypridopsis. By Elizabeth W. Towle.
64. Cladocera Sueciae oder Beiträge zur Kenntnis der in Schweden lebenden Krebstiere von der Ordnung der Branchiopoden und der Unterordnung der Cladoceren von Wilhelm Lilljeborg, Professor emeritus. Upsala, 1900.
65. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band LXXI, 1902. Zur Morphologie des Zentralnervensystems der Phyllopoden, nebst Bemerkungen über deren Frontalorgane. Von W. K. Spencer (of Magdalen College, Oxford.)
66. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Siebenunddreißigster Band, Neue Folge, Dreißigster Band. Jena, 1903. Studien an einer Daphnide, Simocephalus sima. Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystems und der feineren Anatomie der Daphniden. Von William A. Cunnington.

Tafelerklärung.

Buchstabenerklärung.

a_1. Fühler des ersten Paares.
c. acc. Kleine, die Riesenzelle des Frontalorgans umgebende Zellen.
c. cjt. Zellen des Bindegewebes.
c. g. o. f. Ganglienzellen des Frontalorgans.
c. gld. Drüsenzellen des Nackenorgans.
c. gng. Ganglienzellen.
c. n. l. o. im. Nervenzellen der Nerven der lateralen Becher des Medianauges.
c. n. o. im. Nervenzellen des Nervs oder Gehirnlappens des medianen Bechers des unpaaren Auges.
c. n. op. Nervenzellen des Ganglion opticum.
c. o. f. Hauptzelle oder Riesenzelle des Frontalorgans.
c. o. f_1. Zellen des Frontalorgans zweiten Typus von Claus.
c. rt. Retinazellen.
car. Scharfer Kielrand der dorsalen Seite des Kopfes bei Limnetis.
cht. Chitin.
cjt. Bindegewebe.
cjt. n. f. Bindegewebe des Frontalnervs.
cl. tr. Terminalzellen des Frontalorgans.
cm, cm_1, cm_2. Drei Kommissuren des Gehirnganglions.
cm. oc. Die das zusammengesetzte Auge einschließende Kammer.
cn. oes. Circumoesophageale Konnektive des Schlundringes.
cv. pg. Höhle in der Pigmentscheidewand des Medianauges bei Streptocephalus.
cv. sp. Supraoculare Höhle bei Apus.
d. b. c. Mittlere Scheidewand der Nackenorgantasche.
d. c. rt. Kurze Scheidewand, welche bei Apus die mittleren Augenbecher in zwei Zellgruppen teilt.
d. i. Seitliche Darmdivertikel.
dph. ep. Hinteres Ende der Nackenorgantasche.
eph. Nackenorgan.
f. o. Frontalorgan.
g. n. a_2. Ganglien der Fühler des ersten Paares.
g. n. f. Ganglien des Frontalorgans.
g. opt. Sehganglion.
g. sp. Supraoesophageale oder Gehirn-Ganglien.
gl. i. Drüsige Auswüchse der Darmdivertikel.
hp. Hypoderm.
int. Darm.

l. b. c. Seitenwand der Nackenorgantasche.
m. a_2. Muskeln der Fühler des zweiten Paares.
m. eph. Nackenorganmuskeln.
n. a_1. Fühlernerv des ersten Paares.
n. a_2. Fühlernerv des zweiten Paares.
n. cjt. Bindegewebekerne.
n. f. Frontalnerv.
n. f_1. Dessen Verbreiterung, welche die Seiten des Medianauges bekleidet.
n. fb. Nervenfaser, welche in die Retinazelle eintritt.
n. l. o. im. Nerven der lateralen Becher des Medianauges.
n. o. im. Gehirnlappen oder unpaarer Nerv des mittleren Bechers des Medianauges.
n. opt. Sehnerv.
ne. Kerne der Scheidewand im unpaaren Auge.
nrl. Neurilemm.
o. Zusammengesetzte, paarige Augen.
o. im. Einfaches, unpaares Medianauge.
oc. im. c. Mittlerer, unpaarer Becher des Medianauges.
oc. im. l. Seitliche, paarige Becher des Medianauges.
pg. Pigment.
phr. Pharynxwand.
pil. Härchen des Nackenorgans.
pl. Seitliche obere Längsfalte der Kopfwand.
pl_1. Vordere untere Längsfalte der Kopfwand.
pl_2. Hintere untere Längsfalte der Kopfwand.
rb. Sinnesstäbchen in den Retinazellen.
rh. Rüsselförmige Lippe der Limnetis.
rm. c. Ramifikationen der Riesenzelle des Frontalorgans bei Limnetis.
rm. c. p. Hintere Ramifikationen der Riesenzelle des Frontalorgans bei Limnetis.
rstr. Schnabelförmiger Vorderrand des Limnetis-Kopfes.
tpt. Tapetum.

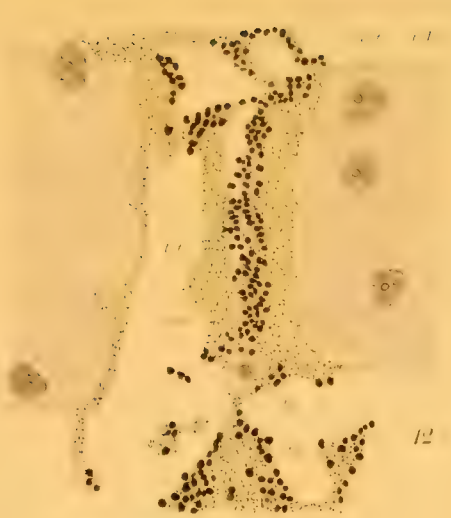
Figuren-Erklärungen.

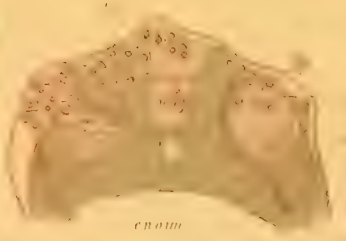
1. Kopf von Limnetis brachyura von der Seite gesehen. Fixiert mit Apathy's Sublimat, tingiert mit Pikrokarmin. Kompensationsocular 4, Obj. von Reichert Nr. 2.
2. Nackenorgan von Limnetis brachyura von der Seite gesehen. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Ocul. 2, Zeiß's Trockenapochromat, f. D. 4mm, n. Ap. 0,95.
3. Gehirnganglion von Limnetis brachyura mit den Augen und Gehirnnerven herauspräpariert. Von der Seite gesehen. Fixiert mit Apathy's Sublimat, tingiert mit Pikrokarmin nach Ranvier. Kompens. Okul. 4, Obj. von Leitz Nr. 4.
4. Gehirnganglion von Limnetis brachyura mit dem unpaaren Auge und den Gehirnnerven herauspräpariert; die Frontalnerven sind getrennt. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Ranvier's Pikrokarmin. Kompens. Okul. 4, Obj. von Leitz Nr. 4.
5. Teil eines sagittalen Längsschnittes durch die Limnetis brachyura in der Region des unpaaren Auges und des Gehirnganglions. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogenes Apochromat, foc. D. 3mm, n. Ap. 1,40.

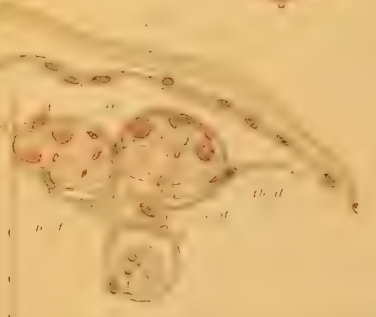
6. Teil eines Querschnittes durch das Gehirnganglion von Limnetis brachyura mit einigen Nachbarorganen. Der Schnitt ist ein wenig schief durchgeführt. Fixiert mit Flemming's Chromosmiumgemisch. Tingiert mit Safranin. Kompens. Okul. 4, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
7. Querschnitt durch das Gehirnganglion von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Grenacher's Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
8. Längsschnitt durch das Medianauge und den unpaaren Gehirnlappen von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, homogen. Apochromat von Zeiß, f. D. 3 mm, Ap. 1,40.
9. Frontalschnitt durch das Gehirnganglion, dessen unpaaren Lappen, Medianauge und Frontalnerven von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Grenacher's Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, homogen. Apochromat ven Zeiß f. D. 3 mm, Ap. 1,40.
10. Querschnitt durch das Medianauge und die optischen Nerven von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Grenacher's Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogen. Apochromat f. D. 3 mm, Ap. 1,40.
11. Unpaares Auge von Limnetis brachyura von vorn gesehen. Fixiert mit Apathy's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Reichert's Objektiv Nr. 5.
12. Teil eines Querschnittes durch das Medianauge von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Dreifarbenmischung von Ehrlich-Biondi-Heidenhain. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homog. Apochromat f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
13. Teil eines Querschnittes durch das Medianauge von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin. Kompens. Okul. 6, Zeiß's homogen. Apochromat f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
14. Zwei Retinazellen aus einem Querschnitte des unpaaren Auges von Limnetis brachyura. Fixiert mit Flemming's Chromosmiumgemisch, tingiert mit Safranin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogen. Apochromat f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
15. Längsschnitt durch den Frontalnerv und die untere Oberfläche des Medianauges. Fixiert mit Flemming's Chromosmiumgemisch, tingiert mit Safranin. Kompens. Okul. 4, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
16. Frontalorgan von Limnetis brachyura von der Seite gesehen. Fixiert mit Apathy's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Reichert's Obj. Nr. 5.
17. Teil eines Längsschnittes durch das Frontalorgan von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit der Dreifarbenmischung von Ehrlich-Biondi-Heidenhain. Kompens. Okul. 6, homogen. Apochromat von Zeiß, f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
18. Peripherische Ramifikationen der Riesenzelle des Frontalorgans von Limnetis brachyura von der Seite gesehen. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogen. Apochromat f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
19. Längsschnitt durch das Nackenorgan von Limnetis brachyura. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, homogen. Apochromat von Zeiß, f. D. 3 mm, Ap. 1,40.
20. Querschnitt durch das Nackenorgan der Limnetis brachyura und durch das zusammengesetzte Auge derselben. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Safranin. Kompens. Okul. 4, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
21. Teil eines Querschnittes durch die Kopfregion von Apus productus, welcher den Frontalnerv seiner Länge nach durchschnitten hat. Fixiert mit Flemming's Chromosmiummischung, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Reichert's Obj. Nr. 5.
22. Teil eines Querschnittes durch die Augenregion des Apus productus. Fixiert mit Flemming's Chromosmiumgemisch, tingiert mit Grenacher's Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Leitz's Obj. Nr. 4.

23. Teil eines Querschnittes durch die Augenregion von Apus productus, welcher den Medianaugennerv seiner Länge nach durchschnitten hat. Fixiert mit Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure, tingiert mit Grenacher's Boraxkarmin. Kompens. Okul. 2, Leitz's Obj. Nr. 4.
24. Teil eines Längsschnittes durch die Augenregion von Apus productus, welcher den lateralen Becher des Medianauges durchschnitten hat. Fixiert mit Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure, tingiert mit Boraxcarmin. Kompens. Okul. 4, Leitz's Obj. Nr. 4.
25. Frontalschnitt durch das Medianauge eines jungen Apus productus. Fixiert mit Flemming's Chromosmiumgemisch, gefärbt mit Grenacher's Boraxkarmin. Komp. Okul. 2, Zeiß's trocken. Apochromat f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
26. Frontalschnitt durch das Medianauge von Apus productus. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 2, Zeiß's trocken. Apochromat, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
27. Teil eines tangentialen Längsschnittes des Medianauges von Apus productus. Fixiert mit Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure, tingiert mit Grenachers's Boraxkarmin. Kompens. Ok. 6, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
28. Teil eines Längsschnittes durch die Kopfregion von Streptocephalus auritus, welcher das Medianauge und dessen unpaaren Nerv durchschnitten hat. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Leitz's Obj. Nr. 4.
29. Zwei Retinazellen aus dem lateralen Medianaugenbecher von Streptocephalus auritus. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogen. Apochromat, f. D. 3 mm, Ap. 1,40.
30. Teil eines Frontalabschnittes durch den Kopf von Streptocephalus auritus, welcher die Frontalnerven, die Nerven des Medianauges und die zerstreuten Zellen des Frontalorganes zweiten Typus von Claus durchschnitten hat. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's trocken. Apochromat, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
31. Teil eines tangentialen Längsschnittes durch den Kopf von Streptocephalus auritus, welcher durch das proximale Ende des Frontalnerven geführt ist. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, Zeiß's trocken. Apochromat, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
32. Teil eines tangentialen Längsschnittes des Kopfes von Streptocephalus auritus, welcher das distale Ende des Frontalnerven durchschnitten hat. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Hämalaun. Kompens. Okul. 4, trocken. Apochromat von Zeiß, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
33. Tangentialer Längsschnitt durch das Gehirnganglion und das Medianauge von Daphnia magna. Fixiert mit Gilson's Sublimat, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's homogen. Apochromat, f. D. 2 mm, Ap. 1,40.
34. Kopf einer Daphnia magna, welche intravital mit Methylenblau gefärbt wurde. Kompens. Okul. 4, Leitz's Obj. Nr. 4.
35. Längsschnitt durch das Medianauge und das Gehirnganglion von Diaptomus amblyodon. Fixiert mit heißem Sublimat, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's trocken. Apochromat, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.
36. Querschnitt durch das Medianauge von Diaptomus amblyodon. Fixiert mit heißer Sublimatlösung, tingiert mit Boraxkarmin. Kompens. Okul. 4, Zeiß's trocken. Aprochromat, f. D. 4 mm, Ap. 0,95.

Alle Figuren sind mit Abbé's Zeichenapparat und Zeiß's Zeichentischen gezeichnet.







R. Friedländer & Sohn in Berlin NW. 6.

Von uns sind zu beziehen:

C. Claus

Schriften zoologischen Inhalts.

Heft I.

1. **Die Familie der Halocypriden.** Mit 3 Tafeln (39 Abbildungen).
2. **Die Gattung Monophyes Cls. und ihr Abkömmling Diophysa Gbr.**

Mit einer Tafel (21 Abbildungen).

Zusammen 33 Seiten mit 4 Tafeln, Folio. 1874. Gebunden.

Mehr als dies eine Heft ist nicht erschienen.

Ermässigter Preis 6 Mark (anstatt des Ladenpreises von 12 Mark).

J. E. Schödler

Die Branchiopoden der Umgegend von Berlin.

Ein Beitrag zur Naturgeschichte der Entomostraceen.

28 Seiten mit 1 Tafel (14 Abbildungen) in-4. 1858.

Preis Mark 1,50.

Zur Naturgeschichte der Daphniden.

Beiträge zur Kenntnis der systematischen Angehörigkeit der Daphniden.

24 Seiten mit 1 Tafel (12 Abbildungen) in-4. 1877.

Preis Mark 1,60.

Photomount
Pamphlet
Binder
Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN 21, 1908

3 2044 072 266 752